Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA
Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers FINMA
Autorità federale di vigilanza sui mercati finanziari FINMA
Swiss Financial Market Supervisory Authority FINMA

Standardmodell Versicherungen

Technische Beschreibung für das SST-Standardmodell Marktrisiko

31. Oktober 2021

Laupenstrasse 27
3003 Bern
Tel. +41 (0)31 327 91 00
Fax +41 (0)31 327 91 01
www.finma.ch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Das vorliegende Dokument definiert das SST-Standardmodell für das Marktrisiko im Sinne von Artikel 50*b* der Aufsichtsverordnung (AVO; SR 961.011) und richtet sich an SST-pflichtigen Versicherungsunternehmen, welche dieses SST-Standardmodell verwenden.

Neben der Beschreibung des SST-Standardmodells enthält dieses Dokument Angaben zur Benutzung der Excel-Datei *SST-Template.xlsx*.

Die Beschreibungen, insbesondere zur Abgrenzung zu Versicherungsverpflichtungen, gelten grundsätzlich für Leben- und Krankenversicherungen. Für abweichendes Vorgehen in anderen Sparten verweisen wir auf die die technischen Beschreibungen der SST-Standardmodelle Leben-, Kranken-, Schaden- und Rückversicherung (*Spartendokumente)*.

Aus Übersichtlichkeitsgründen begrenzen wir uns grossmehrheitlich auf den Fall, dass der Schweizer Franken als SST-Währung gewählt ist und behandeln Währungswechsel im speziellen Abschnitt 5.6.2.

2 Theoretische Beschreibung des SST-Modells

2.1 Ausgangslage

Der Ausgangspunkt der theoretischen Beschreibung bildet die SST-Bilanz zum Stichtag und die Bestimmung des risikotragenden Kapitals (*Risk Bearing Capital*, RBC) nach Rz 17 FINMA-RS 17/03 "SST". In den nachfolgenden Ausführungen sind alle Werte risikofrei diskontiert.

Wir bezeichnen mit A_t, bzw. L_t die Aktiven, bzw. das Fremdkapital[1] zum Zeitpunkt t.[2] Das Fremdkapital unterteilen wir in Versicherungsverpflichtungen IL_t und übrige Verbindlichkeiten OL_t. Mit $V(A_t)$, $\tilde{V}(L_t)$, $V(IL_t)$ und $V(OL_t)$ bezeichnen wir den jeweiligen marktnahen Wert der Aktiva, des Fremdkapitals, der Versicherungsverpflichtungen und der übrigen Verbindlichkeiten zum Zeitpunkt t.

Weiter gelten folgende Beziehungen:

- $\tilde{V}(L_t) = V(IL_t) + V(OL_t)$
- $V(IL_t) = BE_t + MVM_t$, wobei BE_t für den Best Estimate der Versicherungsverpflichtungen und MVM_t den Mindestbetrag nach AVO Art. 41 Abs. 3 steht.
- $V(L_t) = BE_t + V(OL_t)$

[1] Es handelt sich dabei um die Stückzahl, Verträge, Objekte etc. und nicht um deren Wert, respektive Best Estimate, welcher erst durch die Anwendung einer Bewertungsmethodik ermittelt wird., was in den Abbildung 1 und Abbildung 2 durch die Höhe der Balken visualisiert wird.

[2] Das Symbol t bezeichnet den Stichtag falls $t = 0$, oder alternativ einen zukünftigen Zeitpunkt, im SST i.d.R. $t = 1$.

Für das risikotragende Kapital RBC gilt vereinfachend (d.h. ohne Berücksichtigung der Abzüge und des ergänzenden Kapitals gemäss AVO Art. 48 und Art. 49)

$$RBC_t = V(A_t) - \tilde{V}(L_t) + MVM_t.$$

Oder äquivalent unter Berücksichtigung der oben definierten Grössen:

$$RBC_t = V(A_t) - BE_t - V(OL_t) = V(A_t) - V(L_t).$$

Mit der Bezeichnung $NAV_t = V(A_t) - \tilde{V}(L_t)$ folgt

$$RBC_t = NAV_t + MVM_t,$$

wobei NAV_t der Nettoinventarwert (*net asset value*) darstellt. Graphisch lassen sich diese Grössen folgendermassen darstellen:

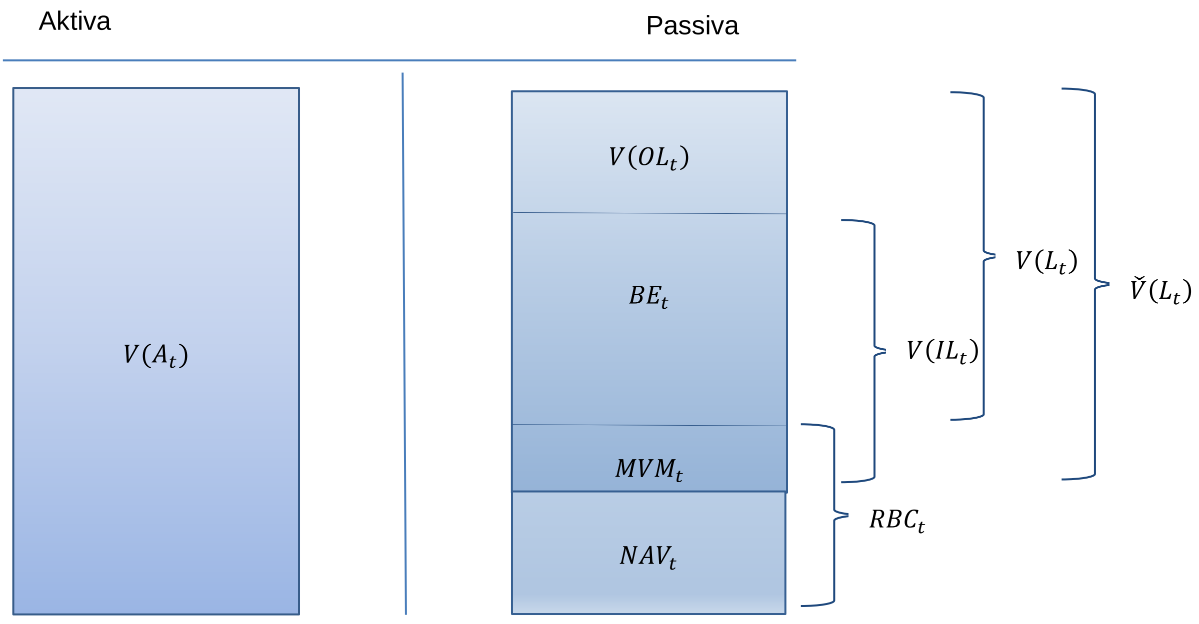

Abbildung 1 Graphische Darstellung des *RBC*.

2.2 Einjahresrisikokapital, Zielkapital und Marktrisiko

Im SST ist die Solvenzanforderung erfüllt, wenn das verfügbare Kapital (das risikotragende Kapital) mindestens so gross ist wie das geforderte Kapital (das Zielkapital, Target Capital, TC).

Unter der vereinfachenden Annahme, dass der Mindestbetrag am Ende der Einjahresperiode zum Stichtag deterministisch ist, ist (in unserer diskontierten Notation) das Zielkapital gemäss Rz 60 des Rundschreibens FINMA-RS 17/03 "SST" gegeben durch

$$TC = -ES_\alpha(\Delta RBC) + MVM_1,$$

wobei $\Delta RBC = RBC_1 - RBC_0$ und

$$ES_\alpha(X) = \frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha q_u du, \qquad q_u(X) = \inf\{x: P(X \leq x) \geq u\}.$$

Dabei steht MVM_1 für den Mindestbetrag zum Zeitpunkt $t = 1$.

Das Marktrisiko ist definiert als das Risiko einer Veränderung des *RBC*, welche sich aufgrund von Änderungen von Marktrisikovariablen ergibt. Das Risiko wird dabei, wie im Falle des TC, als das Negative des Expected Shortfalls dieser *RBC*-Veränderung quantifiziert. Marktrisikovariablen werden Marktrisikotreiber bzw. -faktoren genannt (vgl. Kapitel 2.4).

Bei den nachfolgenden Ausführungen in diesem Kapitel fokussieren wir uns auf Veränderungen des risikotragenden Kapitals, welche sich durch veränderte Markt- und Versicherungsrisikofaktoren ergeben. Aspekte des Kreditrisikos klammern wir hier aus, wobei wir zur Erhöhung der Lesbarkeit dies in der Notation nicht explizit berücksichtigen. Bestimmungen zur Ermittlung des Kreditrisikos im SST-Standardmodell sind in der technischen Dokumentation zum SST-Standardmodell für das Kreditrisiko enthalten.

Im SST-Standardmodell erfolgt die Ermittlung des Marktrisikos zentriert. Die Effekte zu den erwarteten Renditen über risikofreier Verzinsung und zur Diskontierung im Modell werden dabei vereinfacht wie in Abschnitt 4.2 berücksichtigt. Aus diesem Grund verzichten wir in der Notation weiterhin auf die Bezeichnung von Diskonteffekten.

2.3 *RBC* unter Going-Concern und unter Run-Off-Annahmen

Der SST (Rz 4 FINMA-RS 17/3 "SST") unterscheidet zwischen *RBC* unter Going-Concern- und unter Run-Off-Annahmen. Unter Going-Concern-Annahmen (Fortführungsprinzip) wird angenommen, dass das Versicherungsunternehmen seine Aktivität gemäss seiner eigenen Geschäftsplanung fortführt. Unter Run-Off-Annahmen zeichnet ein Versicherungsunternehmen hingegen kein Neugeschäft mehr und wickelt lediglich seinen Bestand ab.

Folgendes Schema zeigt die allgemeine Vorgehensweise nach Rz 4 des FINMA-RS 17/3 "SST" für die Berechnung des Marktrisikos als Teil des Zielkapitals auf.

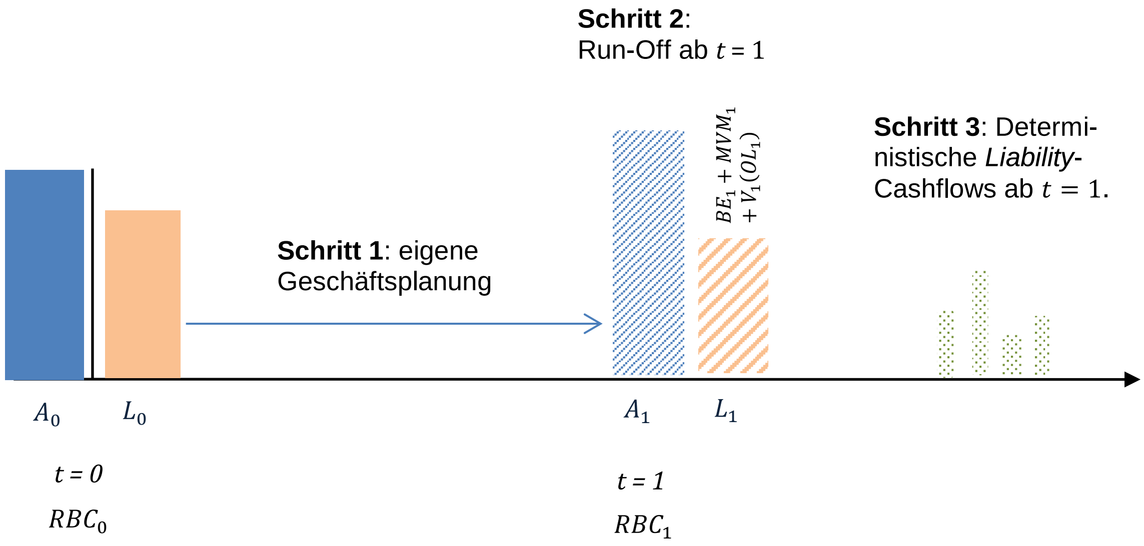

Abbildung 2 Vorgehensweise im SST-Standardmodell für das Marktrisiko

In $t = 0$ werden Aktiven und Fremdkapital gemäss Rz 34 des FINMA-RS 17/3 "SST" unter Going-Concern-Annahmen bewertet. Bis $t = 1$ folgt das Versicherungsunternehmen seiner eigenen Geschäftsplanung (Schritt 1). Dies führt zu neuen Bilanzwerten der Aktiven. Am Jahresende (zum Zeitpunkt $t = 1$) wird für die *Berechnung des Wertes der Versicherungsverpflichtungen* angenommen, dass das Versicherungsunternehmen in den Run-Off geht (Rz 35-43 des FINMA-RS 17/3 "SST"). Diese Annahmen werden wir nachfolgend kurz als Run-Off Annahmen bezeichnet. Diese neue Situation dient als Grundlage für die Bewertung der Verbindlichkeiten bei $t = 1$ (Schritt 2). Dabei wird für das Marktrisiko unterstellt, dass die Bewertung zu $t = 1$ durch die Verwendung von Certainty-Equivalent-Cashflows, gegebenenfalls ergänzt mit Deltasensitivitäten, oft gut approximiert werden kann (Schritt 3). Siehe dazu auch die Approximation für den Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$, in *Formel 1* in Abschnitt 3.1 und die Ausführungen zu den Deltasensitivitäten in Abschnitt 3.3.1.

Wir verwenden Obenindizes für die Bezeichnung, ob eine Grösse unter Going-Concern-Annahmen *(g)* bzw. unter Run-Off-Annahmen *(r)* hergeleitet wird. Zur Vereinfachung der Notation verzichten wir auf diese Indizes, sofern die Ermittlungsart aus dem Kontext klar ist.

Für die Bestimmung des Marktrisikos als Teil des Zielkapitals ist damit $RBC_1^r - RBC_0^g$ für die Differenz des risikotragenden Kapitals als massgebende Grösse zu betrachten.

2.4 Bewertungsfunktion, Risikotreiber und *Stationaritätsannahme*

Die Entwicklung des risikotragenden Kapitals vom Zeitpunkt $t = 0$ zu $t = 1$ wird unter anderem von der Entwicklung der Finanzmärkte und der Versicherungsrisikovariablen beeinflusst. Mindestens diese Komponenten sollen neben den hier nicht behandelten Kreditrisikoereignissen in der Bestimmung des risikotragenden Kapitals zum Zeitpunkt $t = 1$ berücksichtigt werden.

Wir führen in einem ersten Schritt die folgende Terminologie ein:

(1) Risikotreiber (RT): Finanzmarktvariablen wie Zinsen, Spreads, Aktien, Devisenkurse, Volatilitäten, etc. und Versicherungsrisikovariablen. Diese Risikotreiber werden an Indikatoren, bzw. Zeitreihen kalibriert.

(2) Risikofaktor (RF): Grösse, welche durch eine funktionale Transformation der RT gewonnen wird. Dies erfolgt im SST-Standardmodell entweder durch Logarithmieren und Verschieben (*Shiften*) von Risikotreibern (wie z.B. Aktienmarktindizes, Immobilienindizes, Devisenkurse, Volatilitäts-Indizes) oder durch die Verwendung der Identitätsfunktion ($f(x) = x$, d.h. keine Transformation) bei Zinsen und Spreads. Im Versicherungsrisiko gibt es keinen Unterschied zwischen Risikofaktoren und Risikotreibern.

(3) Inkremente (ΔRF) des Risikofaktors RF definiert durch die Differenz der Werte des Risikofaktors bei $t = 1$ und $t = 0$: $\Delta RF = RF_1 - RF_0$.

In den SST-Standardmodellen für das Markt-, Leben- und Krankenversicherungsrisiko nehmen wir an, dass der Vektor ΔRF zentriert normalverteilt ist. Für die abweichende Modellierung im Schadenversicherungsbereich verweisen wir auf die entsprechenden technischen Beschreibungen.

Wir unterstellen nun die Existenz von Bewertungsfunktionen[3] für das risikotragende Kapital unter Run-Off-Annahmen zum Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$ von der Form

$$RBC_t^r = f_A(A_t, RT_t, t) - f_{IL}^r(A_t, IL_t, RT_t, t) - f_{OL}^r(OL_t, RT_t, t) .$$

Zu beachten ist, dass die Bewertungsfunktion für die Versicherungsverpflichtungen $f_{IL}^r(.)$ auch von den Aktiven abhängen kann.

Wir führen nun die sogenannte *Stationaritätsannahme* ein: die Bewertung für das risikotragende Kapital zum Zeitpunkt $t = 1$ ergibt sich vereinfacht approximiert durch die Bewertungsfunktion angewendet auf das Portfolio der Aktiven und Verbindlichkeiten zum Zeitpunkt $t = 0$

$$\begin{aligned} RBC_1^r &= f_A(A_1, RT_1, 1) - f_{IL}^r(A_1, IL_1, RT_1, 1) - f_{OL}^r(OL_1, RT_1, 1) \\ &\approx f_A(A_0, RT_1, 1) - f_{IL}^r\big(\tilde{A}_0, IL_0, RT_1, 1\big) - f_{OL}^r(OL_0, RT_1, 1) \\ &=: f^r(RT_1, 1) . \end{aligned}$$

Aus den obigen Ausführungen folgt aber auch, dass $RBC_0^r = f^r(RT_0, 0)$ gilt.

Graphisch lässt sich die beschriebene Vorgehensweise folgendermassen darstellen.

[3] Abhängig vom Portfolio und von den Risikofaktoren genau zum Bewertungszeitpunkt t.

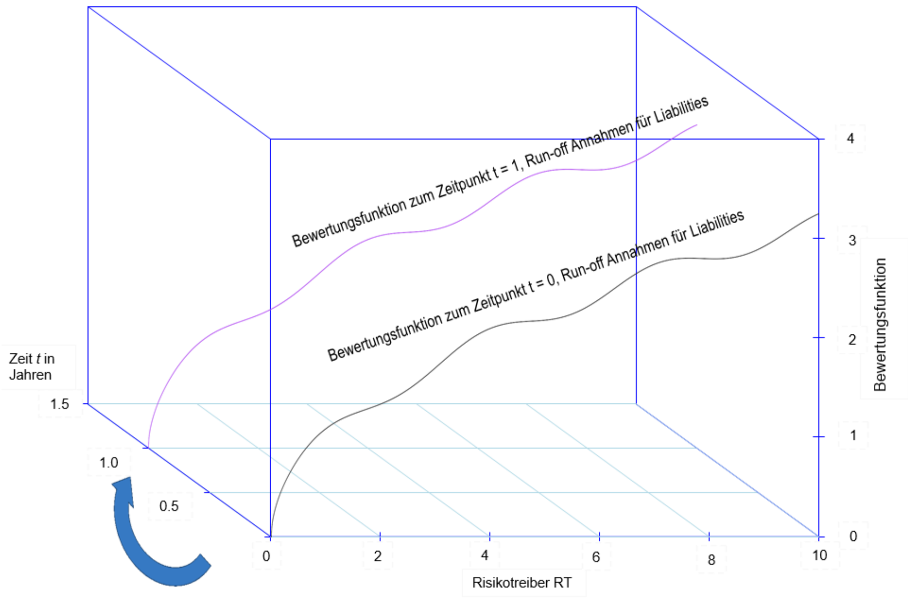

Abbildung 3 Approximation der Bewertungsfunktion zum Zeitpunkt bei $t = 1$ durch die zum Zeitpunkt $t = 0$

Es handelt sich bei dieser Darstellung um ein Hilfskonstrukt zur Ermittlung der Approximation der Bewertungsfunktion der Versicherungsverpflichtungen im Zeitpunkt $t = 1$. Für die Bewertung in $t = 1$ nimmt man für die Versicherungsverpflichtungen an, dass das Versicherungsunternehmen zum Zeitpunkt $t = 0$ in den Run-Off geht, was wir in der Notation durch die Verwendung von $\tilde{A}_0$ statt A_0 zum Ausdruck bringen. Wir verwenden dann die daraus resultierende Bewertungsfunktion angewendet auf ausgelenkte Risikofaktoren für die Bewertung im Zeitpunkt $t = 1$. Diese Annahme wird als *Stationaritätsannahme* bezeichnet: Die Bewertung der Versicherungsverpflichtungen in $t = 1$ unter Run-Off-Annahmen wird approximiert durch die Bewertungsfunktion unter Run-Off bei $t = 0$ ausgewertet auf die ausgelenkten Risikofaktoren in $t = 1$.

Für die nachfolgenden technischen Ausführungen weisen wir nochmals darauf hin, dass der Run-Off-Index in f^r sich lediglich auf die Bewertungsfunktion der Verpflichtungen bezieht. Für die Bewertung der Aktiven werden die Aktiven vor Run-Off betrachtet.

2.5 Zusammenfassung

Zentrale Grösse für die Bestimmung des Zielkapitals ist die Veränderung des risikotragenden Kapitals, definiert, gemäss Abschnitt 2.3, als $RBC_1^r - RBC_0^g$. Wir erhalten für diese Grösse unter Berücksichtigung der vorangehenden Ausführungen

$$RBC_1^r - RBC_0^g \approx f^r(RT_1, 1) - RBC_0^g = f^r(RT_1, 1) - f^r(RT_0, 0) + \left(RBC_0^r - RBC_0^g\right),$$

wobei es sich bei RBC_0^r lediglich um eine Rechenhilfsgrösse zur Ermittlung von RBC_1^r handelt. Das risikotragende Kapital zum Zeitpunkt $t = 0$, welches als solches in die SST-Berechnungen einfliesst, ist unter Going-Concern-Annahmen $RBC_0^g = f^g(RT_0, 0)$ und nicht unter Run-Off-Annahmen zu berechnen (vgl. Rz 34 des FINMA-Rundschreibens 2017/3 "SST").

Vereinfachend betrachten wir damit das risikotragende Kapital RBC_1^r unter Run-Off-Annahmen als eine Funktion f^r, die ausschliesslich vom Risikotreiber-Vektor RT_t abhängt. Die Risikotreiber lassen sich wiederum aufteilen in Marktrisikotreiber RT_t^M und Versicherungsrisikotreiber RT_t^I. Marktrisikotreiber RT_t^M können wiederum in Risikotreiber aufgeteilt werden, welche selber auch Risikofaktoren sind, $RT_{t,i}^M = RF_{t,i}^M$ $(i = 1, \dots, n_1)$, und solche, die durch Logarithmieren und Verschieben (*Shiften)* der Risikotreiber gewonnen werden $(i = n_1 + 1, \dots, n_2)$. Weiter gehen wir davon aus, dass für die Versicherungsrisikotreiber $RT_{t,i}^I = RF_{t,i}^I$ $(i = n_2 + 1, \dots, n)$ gilt. Somit lässt sich mit n Risikofaktoren der Vektor der Risikotreiber wie folgt aufteilen

$$RT_t = (RT_t^M, RT_t^I) = \left(RF_{t,1}^M, \dots, RF_{t,n_1}^M, RT_{t,n_1+1}^M, \dots, RT_{t,n_2}^M, RF_{t,n_2+1}^I, \dots, RF_{t,n}^I\right).$$

Im Kapitel 3 werden die Bewertungsfunktionen konkretisiert.

3 Bewertungsfunktionen und Delta-Ansatz im SST-Standardmodell für das Marktrisiko

3.1 Grundsatz

Die Grundidee des SST-Standardmodells für das Marktrisiko besteht darin, die wichtigsten Bilanzpositionen der meisten Versicherungsunternehmen auch in $t = 1$ exakt zu bewerten (d.h. ohne Approximation der Bewertungsfunktion) und lediglich die verbleibenden Bilanzpositionen mittels eines Delta-Ansatzes (d.h. mit einer linearen Approximation der Bewertungsfunktion) zu modellieren. In diesem Sinne kann das SST-Standardmodell für das Marktrisiko als eine Verfeinerung des zentrierten Delta-Ansatzes (der bis zum SST 2018 als vereinfachtes SST-Marktrisiko-Standardmodell eingesetzt wurde) angesehen werden.

Wir beschreiben zuerst die (exakten) Bewertungsfunktionen für Aktiven mit direkt marktabhängigen Preisen (Aktien, Immobilien, etc.). Es folgen die Bewertungsfunktionen für festverzinsliche Anlagen, die als Barwert von deterministischen nominellen Cashflows darstellbar sind (Fixed Income Assets) und für die Teile der Versicherungsverpflichtungen, die sich als Barwerte von deterministischen nominellen Cashflows (respektive von Certainty-Equivalent-Werten) bewerten lassen. Schliesslich beschreiben wir die exakten Bewertungsfunktionen für Forwards. Diese Bewertungsfunktionen werden jeweils als konkrete Funktion der jeweiligen Risikotreiber / Risikofaktoren dargestellt.

Alle verbleibenden Bilanzpositionen bilden wir via Delta-Ansatz ab, welcher in Kapitel 3.3 erläutert ist.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten Positionen, die im SST-Standardmodell für das Marktrisiko via exakte Bewertungsfunktion bzw. via Delta-Ansatz modelliert werden. Weitere Angaben befinden sich in den Kapiteln 5.3 und 5.5.

Exakte Bewertungsfunktion	Delta-Ansatz
Obligationen	Wandelanleihen
Fest-Hypotheken	Floating Rate Notes
Festverzinsliche Kredite und Darlehen mit fester Laufzeit	Swaps (Zinsswaps, FX-Swaps)
Aktien	Zinsgarantien
Immobilien	Caps/Floors
Immobilienfonds	(Eingebettete) Optionen auf zinssensitiven Positionen
Hedgefonds	Swaptions
Private Equity	Aktienoptionen
Forwards	FX-Optionen
(immaterielle) Beteiligungen	Andere Verbindlichkeiten
Versicherungsverpflichtungen exkl. TVOG	

Tabelle 1 Übersicht exakte Bewertung bzw. Delta-Ansatz

Für die Herleitung der Bewertungsfunktion führen wir folgendes Modell ein:

Formel 1 für den Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$,

$$f^{r}(\cdot) \approx f^{Price,A}(\cdot) + f^{fix,A}(\cdot) + f^{Forwards,A}(\cdot) - f_{IL}^{r,M}(\cdot) + \Delta(\cdot)$$

d.h. die Bewertungsfunktion $f^{r}(\cdot)$ des *RBC* unter Run-Off-Annahmen lässt sich vereinfacht approximieren durch die Summe der Bewertungsfunktionen für Aktiven mit direkt marktabhängigen Preisen, $f^{Price,A}(\cdot)$, für Fixed-Income-Assets (festverzinsliche Anlagen), $f^{fix,A}(\cdot)$ und für Forwards $f^{Forwards,A}(\cdot)$ abzüglich die Bewertungsfunktion für Versicherungsverpflichtungen, $f_{IL}^{r,M}(\cdot)$, und zuzüglich ein Restterm $\Delta(\cdot)$, der via Delta-Ansatz modelliert wird.

3.2 Exakte Bewertungsfunktionen

Wir führen die oben beschriebenen Bewertungsfunktionen sukzessive ein.

3.2.1 Bewertungsfunktion für Aktiven mit direkt marktabhängigen Preisen

Die Bewertungsfunktion für Aktiven mit direkt marktabhängigen Preisen ist

$$f^{Price,A}\left(RT_t^{Price}, RT_{t,FX}, t\right) = \sum_{i,FX_j} E_{0,i,j} \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} + \beta_i \Delta RF_{t,i} + C^{A,Price}\left(RF_i, FX_j, \beta_i\right) \cdot t\right)$$

Hierbei

- $E_{0,i,j} = \hat{E}_{0,i,j} \cdot RT_{0,FX_j}$ bezeichnet den Marktwert bzw. den marktkonsistenten Wert der Aktiven zum Zeitpunkt $t = 0$ in CHF und $\hat{E}_{0,i,j}$ den entsprechenden Marktwert oder marktkonsistenten Wert in der Währung j.
- $\Delta RF_{t,i} = RF_{t,i} - RF_{0,i}$ sowie $\Delta RF_{t,FX_j} = RF_{t,FX_j} - RF_{0,FX_j}$ sind die Veränderung des i-ten Preis- bzw. des j-ten Fremdwährungsrisikofaktors. Wir setzen, inspiriert von den entsprechenden geometrischen Brownschen Modellen in einem dynamischen Modell, $RF_{0,i} = RF_{0,FX_j} = 0$ und integrieren die Startwerte der Risikotreiber in $E_{0,i}$.[4]
- $(FX_j)_{j=1,\ldots,5} = (CHF, EUR, USD, GBP, JPY)$ bezeichnet die jeweils verwendete Währung und RT_{t,FX_j}, $j \in \{1, \ldots, 5\}$ den Risikotreiber zur entsprechenden Währung zum Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$. RT_{0,FX_j} ist der Wechselkurs gemäss FINMA-Vorgabe, vgl. Excel-Datei *SST-Template.xlsx,* Blatt *Market Initial Values*.
- β_i ist ein Assetklassen-abhängiger Skalierungsfaktor, der ausser in explizit bezeichneten Ausnahmefällen jeweils durch *100 %* gegeben ist. Die Ausnahmefälle sind
  - Wohnimmobilien: Der Preisveränderungsfaktor für Wohnimmobilien ist durch Skalierung der Volatilität des Risikofaktors für Immobilienfonds mit Skalierungsfaktor $\beta = \sigma_{IAZI} / \sigma_{RudBlass}$ bestimmt.
  - Immaterielle Beteiligungen: Diese werden mit einem auf eine standardnormalverteilte Zufallsvariable angewendeten Skalierungsfaktor ($\beta = 25\ \%$) ausgewertet und komonoton aggregiert. Der Skalierungsfaktor widerspiegelt damit hier gerade die Volatilität.
- $C^{A,Price}\left(RF_i, FX_j, \beta_i\right)$ ist ein Normierungsterm, definiert als

  $$C^{A,Price}\left(RF_i, FX_j, \beta_i\right) := -\frac{1}{2}\left(Var\left(\Delta RF_{1,FX_j}\right) + \beta_i^2 Var\left(\Delta RF_{1,i}\right) + 2\beta_i Cov\left(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta RF_{1,i}\right)\right).$$

3.2.2 Festverzinsliche Anlagen und Versicherungsverpflichtungen

Die Bewertungsfunktion $f^{fix,A}$ für festverzinsliche Anlagen ist

$$f^{fix,A}\left(RT_t^{fix}, RT_{t,FX}, t\right) :=$$

[4] Wir gehen in Abschnitt 3.3.3 näher auf diesen Punkt ein.

$$\sum_{j,\tau,r} E_\tau^{A,r,j} \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} - \left(\Delta R_j(t,i_\tau) + \alpha_{j,r} \cdot \Delta S(t,j,r)\right) \cdot \tau + C^{A,fix}\left(r,\alpha_{j,r},\tau,FX_j\right) \cdot t\right)$$

wobei neben den bereits weiter oben eingeführten Bezeichnungen

- $E_\tau^{A,r,j}$ der "CHF-marktnahe Wert in $t = 0$ der Fixed-Income-Cashflows $CF_\tau^{A,r,j}$ mit Rating r in Währung FX_j mit einer Restlaufzeit von τ" ist, also

$$E_\tau^{A,r,j} := CF_\tau^{A,r,j} \cdot RT_{0,FX_j} \cdot \exp\left(-\left(R_j(0,\tau) + S(0,r,j)\right) \cdot \tau\right)$$

- $R_j(t,\tau)$ (wobei hier $R_j(1,\tau) := R_j(0,\tau) + \Delta R_j(1,\tau)$) bezeichnet den stetigen Zins der *j*-ten Währung ($j \in \{1,2,3,4,5\}$) mit Restlaufzeit $\tau \in \{1, \ldots, 50\}$ zum Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$. $R_j(0,\tau)$ entspricht der Zinskurve gemäss FINMA-Vorgabe (vgl. Excel-Datei *SST-Template.xlsx,* Blatt *Market Initial Values*).
- $\Delta R_j(t,\tau) := \tilde{R}_j(t,\tau) - \tilde{R}_j(0,\tau)$ ist die Einjahreszinsveränderung, wobei für JPY die Veränderungen der USD-Zinsen herangezogen werden. Wir verwenden hier die Notation $\tilde{R}_j$ anstatt R_j, da die Möglichkeit besteht, dass die Bewertungszinskurven nicht mit derjenigen Kurve übereinstimmt, mit welcher die stochastischen Schwankungen erzeugt werden.[5]
- i_τ bezeichnet folgende Projektion der Restlaufzeiten

$$\tau \mapsto i_\tau, \quad i_\tau := \begin{cases} 2\ (=: k) & \tau = 1, \ldots, 5 \\ 10\ (=: m) & \tau = 6, \ldots, 19 \\ 30\ (=: l) & \tau = 20, \ldots, 50 \end{cases} .$$

- $\alpha_{j,r}$ ist ein Faktor abhängig von Rating und Währung, mit dem die Volatilität skaliert wird. Für AAA-Ratings und BB-Ratings werden skalierte US-Spreads verwendet, wie in der Excel-Datei *SST-Template.xlsx*, Blatt *Market Risk (Static)* spezifiziert.
- $S(t,j,r)$ (wobei hier $S(1,j,r) := S(0,j,r) + \Delta S(1,j,r)$) bezeichnet den Modell-Spread in der *j*-ten Währung ($j \in \{1,2,3,4,5\}$) zum Zeitpunkt $t \in \{0,1\}$. Modell-Spreads sind abhängig vom Rating $r \in \{GOVI, EUGO, CANT, CORP, AAA, AA, A, BBB, BB\}$ aber nicht von der Laufzeit. $GOVI$ bezeichnet Staatsanleihen von Staaten mit unabhängiger Geldpolitik, deren Zinsen im SST-Standardmodell für das Marktrisiko abgebildet sind (Schweiz, Vereinigtes Königreich und Vereinigte Staaten), souveräne Staaten des Euroraums mit einem AAA-Rating und Schweizer Hypotheken, wenn das SST-Standardmodell für das Kreditrisiko verwendet wird. $EUGO, CANT, CORP$ beziehen sich auf Assetklassen, die durch eine gleichnamige Spread-Zeitreihe repräsentiert werden, wie in den Abschnitten 5.3 und 5.7 beschrieben.

  Wir erhalten $S(0,r,j)$ durch lösen der Gleichung

$$\tilde{E}(0,r,j) = \sum_\tau CF_\tau^{A,r,j} \cdot \exp\left(-\left(R_j(0,\tau) + S(0,r,j)\right)\tau\right)$$

[5] Bsp.: Bewertungskurve im *RBC*: SNB kombiniert mit UFR, Variation der Kurve für *TC* basierend auf SNB-Kurve, etc.

wobei $\tilde{E}(0, r, j)$ der marktnahe Wert aller Positionen in der Währung j bezeichnet, die auf das Rating r abgebildet werden. $\Delta S(t, j, r) = \tilde{S}(t, j, r) - \tilde{S}(0, j, r)$ entspricht der Veränderung der Spreads. Wir verwenden hier die Notation $\tilde{S}$ anstatt S, da wir für die Spreads Veränderung gemäss Abschnitt 5.6 in Verbindung mit Abschnitt 5.7 verwenden.

- $C^{A,fix}(r, \alpha_{j,r}, r, \tau, FX_j)$ ist ein Normierungsterm, definiert als

$$\begin{aligned} C^{A,fix}(r, \alpha_{j,r}, r, \tau, FX_j) \quad := \quad & -\tfrac{1}{2}\Bigg(Var\left(\Delta RF_{1,FX_j}\right) - 2\tau\Bigg(Cov\left(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta R_j(1, i_\tau)\right) + \\ & \alpha_{j,r} Cov\left(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta S(1, r, j)\right)\Bigg) + \\ & \tau^2\Bigg(Var\left(\Delta R_j(1, i_\tau)\right) + \alpha_{j,r}\Big(\alpha_{j,r} Var\big(\Delta S(1, r, j)\big) + \\ & 2Cov\left(\Delta R_j(1, i_\tau), \Delta S(1, r, j)\right)\Big)\Bigg)\Bigg). \end{aligned}$$

Die Bewertungsfunktion für Versicherungsverpflichtungen $f_{IL}^{r,M}$ ist analog definiert

$$f_{IL}^{r,M}(A_0, IL_0, RT_t, t) := \sum_{j,\tau} E_\tau^{IL,j} \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} - \Delta R_j(t, i_\tau) \cdot \tau + C^{IL}(\tau, FX_j) \cdot t\right)$$

wobei

- $E_\tau^{IL,j}$ der CHF-marktnahe Wert in $t = 0$ der Certainty-Equivalent-Versicherungsverpflichtungs-Cashflows $CF_\tau^{IL,j}$ in Währung FX_j mit einer Restlaufzeit von τ ist, also

  $$E_\tau^{IL,j} := CF_\tau^{IL,j} \cdot RT_{0,FX_j} \cdot \exp\big(-R_j(0, \tau) \cdot \tau\big) .$$

  Für die Zielkapitalberechnung sind die Cashflows gemäss den technischen Beschreibungen zu den einzelnen Sparten zu verwenden. Die Veränderung des Best Estimates der Versicherungsverpflichtungen aufgrund von veränderten versicherungstechnischen Risikofaktoren oder aufgrund der Veränderung des TVOGs (falls materiell) sowie der Veränderungen von UVG-Renten und Langfristleistungen in Abhängigkeit der Zinsen, werden durch den in Abschnitt 3.3 erläuterten Delta-Ansatz berücksichtigt.
- $C^{IL}(\tau, FX_j)$ ist ein Skalierungsfaktor definiert als

$$\begin{aligned} C^{IL}(\tau, FX_j) \quad := \quad & -\frac{1}{2}\Bigg(Var\left(\Delta RF_{1,FX_j}\right) + \tau^2 Var\left(\Delta R_j(1, i_\tau)\right) \\ & - 2\tau Cov\left(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta R_j(1, i_\tau)\right)\Bigg) \end{aligned}$$

3.2.3 Forwards

Die Forwards-Bewertungsfunktion $f^{Forwards,A}$ für Forwards, welche nicht im Delta-Ansatz abgebildet werden, lässt sich als Summe zweier Bewertungsfunktionen schreiben: die der FX-Forwards $f^{Forw,FX}$und die der Index-Forwards $f^{Forw,index}$. Bei diesen zwei Bewertungsfunktionen handelt es sich jeweils um Summen von Long- und Short-Forwards der entsprechenden Forwards-Art (FX, Index). Die oben genannten Funktionen führen wir wie folgt ein

$$f^{Forwards,A}\left(RT_t^{fix}, RT_t^{Price}, RT_{t,FX}, t\right) \coloneqq f^{Forw,FX}\left(RT_t^{fix}, RT_{t,FX}, t\right) + f^{Forw,index}\left(RT_t^{fix}, RT_t^{Price}, RT_{t,FX}, t\right)$$

$$f^{Forw,FX}\left(RT_t^{fix}, RT_{t,FX}, t\right) \coloneqq \sum_{\tau,j} \begin{pmatrix} (\pm 1) \cdot E_\tau^{N,j} \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} - \Delta R_j(t, i_\tau) \cdot \tau + C^{A,FXF}\left(\tau, FX_j\right) \cdot t\right) \\ -(\pm 1) \cdot E_\tau^{N,F} \exp(-\Delta R_1(t, i_\tau) \cdot \tau + C^{A,FXF}(\tau, FX_1) \cdot t) \end{pmatrix}$$

mit

$$E_\tau^{N,j} \coloneqq N_\tau^j \cdot RT_{0,FX_j} \cdot \exp\left(-R_j(0,\tau) \cdot \tau\right)$$

und

$$E_\tau^{N,F} \coloneqq \tilde{F}_\tau \cdot N_\tau^j \cdot \exp(-R_1(0,\tau)\tau),$$

$$f^{Forw,index}\left(RT_t^{fix}, RT_t^{Price}, RT_{t,FX}, t\right) := \sum_{i,j} \begin{pmatrix} (\pm 1) \cdot E_{0,i,j} \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} + \beta_i \Delta RF_{t,i} + C^{A,Price}\left(RF_i, FX_j, \beta_i\right) \cdot t\right) \\ -(\pm 1) \cdot E_{0,i,j}^\tau \cdot \exp\left(\Delta RF_{t,FX_j} - \Delta R_j(t, i_\tau) \cdot \tau + C^{A,IF}\left(\tau, FX_j\right) \cdot t\right) \end{pmatrix}$$

mit

$$E_{0,i,j} := RT_{0,FX_j} \cdot \hat{E}_{0,i,j}$$

und

$$E_{0,i,j}^\tau \coloneqq \tilde{F}_\tau^j \cdot \exp\left(-R_j(0, i_\tau) \cdot \tau\right) \cdot RT_{0,FX_j}.$$

Die Multiplikation mit (± 1) in den Formeln bestimmt, ob es sich bei dem Summanden um einen Long- oder um einen Short-Forward handelt. Bei "+" handelt es sich um einen Long-Forward.

- N_τ^j stellt das Nominal in der j-ten Währung mit Restlaufzeit τ dar und $\tilde{F}_\tau$ ist die entsprechende FX-Forwardrate gemäss abgeschlossenem Vertrag mit Restlaufzeit τ.[6] Die Normierungskonstanten haben die Form

[6] Anstatt alle Verträge separat abzubilden, kann bei Verträgen mit gleicher Restlaufzeit τ die gewichtete Forwardrate mit entsprechendem Nominal verwendet werden. Es seien U die Anzahl zu früheren Zeitpunkten abgeschlossene FX-Forward-Verträgen, $\tilde{F}_\tau^u$ $(u = 1, \dots, \mathrm{U})$ die entsprechenden FX-Forwardraten und $N_\tau^{j,u}$ die entsprechenden Nominalen. Die gewichtete Forwardrate ist dann $\tilde{F}_\tau := \sum_u \omega_u \tilde{F}_\tau^u$ mit Gewicht $\omega_u := \frac{N_\tau^{j,u}}{\sum_u N_\tau^{j,u}}$ und der zu verwendende Nominal ist $N_\tau^j := \sum_u N_\tau^{j,u}$.

$$C^{A,FXF}(\tau, FX_j) := -\frac{1}{2}\left(Var\left(\Delta RF_{1,FX_j}\right) - 2\tau Cov\left(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta R_j(1, i_\tau)\right) + \tau^2 Var\left(\Delta R_j(1, i_\tau)\right)\right).$$

- $\tilde{F}_\tau^j$ stellt die Index-Forwardrate gemäss abgeschlossenem Vertrag mit Restlaufzeit τ in der j-ten Währung dar und $\hat{E}_{0,i,j}$ ist das Underlying-Exposure zum SST-Stichtag in der j-ten Währung. Der Betrag $\tilde{F}_\tau^j$ sollte also bei einer möglichst vollständigen Absicherung eine ähnliche Grössenordnung wie $\hat{E}_{0,i,j}$ haben.[7]

Die Normierungskonstante erfüllt die Gleichung $C^{A,IF}(\tau, FX_j) = C^{A,FXF}(\tau, FX_j)$.

Bemerkungen:

- Bei den unter 3.2.1 und 3.2.2 beschriebenen Bewertungsfunktionen werden die Ausgangsexposures direkt mit lognormal verteilten[8] stochastischen Veränderungsfaktoren (Preisveränderungsfaktoren, respektive Veränderungsfaktoren der Diskontfaktoren) multipliziert, um die Werte zum Jahresende zu ermitteln.

- Durch die Normierungsterme $C^{A,fix}(r, \alpha_j, \tau, FX_j)$, $C^{A,Price}(RF_i, FX_j, \beta_i)$ und $C^{IL}(\tau, FX_j)$ werden aufgrund der im Abschnitt 2.4 definierten Normalverteilungsannahme der Risikofaktorveränderungen die stochastischen Veränderungsterme im Erwartungswert auf eins normiert.

3.3 Delta-Ansatz

Dieser Abschnitt beschreibt den Delta-Ansatz, welcher bei den Bilanzpositionen, die nicht durch exakte Bewertungsfunktionen ermittelt werden, zur Anwendung kommt. Es handelt sich dabei um die Positionen, welche in *Formel 1* unter den Restterm $\Delta(.)$ subsummiert sind.

$\mathbf{\Delta}(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t)$ bezeichnet den Restterm, der mit dem Delta-Ansatz berücksichtigt wird. Er setzt sich additiv zusammen aus den Termen

- $\mathbf{\Delta}^{\boldsymbol{M}}(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t)$ bezeichnet den Marktrisiko-Restterm, der mit dem Delta-Ansatz berücksichtigt wird. Dieser Restterm wird je nach Portfolio benötigt, um Aktiven und Verpflichtungen zu modellieren, die nicht mit den Funktionen $f^{fix,A}, f^{Price,A}, f^{Forwards,A}$ und $f_{IL}^{r,M}$ sinnvoll modelliert werden können.
- $\mathbf{\Delta}^{\boldsymbol{I}}(IL_0, RT_t)$ bezeichnet den Term, welcher die Veränderung der Bewertungsfunktion f^r anhand eines Delta-Ansatzes von den Lebens- und Krankenversicherungsrisiken beschreibt.

---

[7] Anstatt alle Verträge separat abzubilden, kann bei Verträgen mit gleicher Restlaufzeit τ die Summe der Forwardraten verwendet werden mit entsprechendem Exposure. Es seien U die Anzahl zu früheren Zeitpunkten abgeschlossenen Index-Forward Verträgen, $\tilde{F}_\tau^{j,u}$ $(u = 1, \dots, \mathrm{U})$ mit Exposure zum SST-Stichtag in der Fremdwährung $\hat{E}_{0,i,j}^u$ mit gleichen Restlaufzeiten τ. Die Summe der Forwardraten ist dann $\tilde{F}_\tau^j \coloneqq \sum_u \tilde{F}_\tau^{j,u}$ mit der dazu zu verwendenden Summe der Exposures zum SST-Stichtag in der fremden Währung $\hat{E}_{0,i,j} \coloneqq \sum_u \hat{E}_{0,i,j}^u$.

[8] Siehe Abschnitte 2.4, 3.2 und 3.3.3

Unter gewissen Regularitätsannahmen erhält man anhand der Taylor-Approximation 1. Ordnung eine approximative Darstellung der Veränderung der Bewertungsfunktion. Dadurch resultiert insbesondere eine additive Aufteilung der Veränderung der Bewertungsfunktion bezüglich stochastischer Abhängigkeit von Markt- (M) bzw. Versicherungsrisikotreiber (I) $RT_t = (RT_t^M, RT_t^I)$.

Wir verwenden nachfolgend risikolos diskontierte, aufgrund der Ausführungen im Abschnitt 4, zentrierte Grössen. Zusätzlich ersetzen wir die Ableitungen durch Differenzenquotienten mit relativ grossen Auslenkungen.

3.3.1 Marktrisiken

Der Wert der Aktiva $V(A_t)$ und der Best Estimate der Versicherungsverpflichtungen zusammen mit dem Wert der übrigen Verbindlichkeiten $V(L_t)$, welche nicht mit den (exakten) Funktionen $f^{fix,A}, f^{Price,A}, f^{Forwards,A}$ und $f_{IL}^{r,M}$ modelliert werden können[9], approximieren wir im SST-Standardmodell für das Marktrisiko durch

$$V(A_t) \approx \Delta^{M,A}(A_0, RT_t) \coloneqq V(A_0) + \sum_{k=1}^{n_1} \frac{\partial V(A_0)(RT_0)}{\partial\left(RF_{0,k}^M\right)}\left(RF_{t,k}^M - RF_{0,k}^M\right) + \sum_{k=n_1+1}^{n_2} \frac{\partial V(A_0)(RT_0)}{\partial(RT_{0,k}^M)}(RT_{t,k}^M - RT_{0,k}^M)$$

$$V(L_t) \approx \Delta^{M,L}(\tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t) \coloneqq V\left(\tilde{A}_0, IL_0, OL_0\right) + \sum_{k=1}^{n_1} \frac{\partial V\left(\tilde{A}_0, IL_0, OL_0\right)(RT_0)}{\partial(RF_{0,k}^M)}\left(RF_{t,k}^M - RF_{0,k}^M\right) + \sum_{k=n_1+1}^{n_2} \frac{\partial V\left(\tilde{A}_0, IL_0, OL_0\right)(RT_0)}{\partial(RT_{0,k}^M)}(RT_{t,k}^M - RT_{0,k}^M)$$

wobei $\Delta^{M,A}$ bzw. $\Delta^{M,L}$ der Marktrisiko-Restterm der Aktiva bzw. der Versicherungsverpflichtungen darstellen. In den ersten Summanden $\sum_{k=1}^{n_1}(.)$ verwenden wir jeweils, dass die Risikotreiber und die Risikofaktoren übereinstimmen. Zur Erhöhung der Lesbarkeit haben wir dabei auf die Darstellung der Skalierungsfaktoren verzichtet. Für die Implementierung sind die Risikofaktoren jedoch inklusive Skalierungsfaktoren zu verwenden.

Der Marktrisiko-Restterm definieren wir als

$$\Delta^M\left(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t\right) \coloneqq \Delta^{M,A}(A_0, RT_t) - \Delta^{M,L}(\tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t)$$

3.3.2 Exkurs: Versicherungstechnische Risiken

In den Sparten Leben und Kranken werden die Versicherungsrisiken via Delta-Ansatz modelliert.

[9] Beachte, dass dies einen gewissen "Abuse of Notation" darstellt, da sich in Abschnitt 2.1 die Ausdrücke $V(A_t), V(L_t)$, etc. auf den gesamten Bestand und nicht nur auf die nicht exakt abbildbaren Teile beziehen.

In der Sparte Leben approximieren wir die Veränderung der Bewertungsfunktion f^r als Funktion der versicherungstechnischen Risikofaktoren durch

$$\Delta^I(IL_0, RT_t) := \sum_{k=n_2+1}^{n} \left(RF_{1,k}^I - RF_{0,k}^I\right).$$

Bei den Lebensversicherungsrisiken nutzen wir somit als "Risikofaktoren" direkt die portfoliospezifische Variation des RBC, die sich aufgrund der Variation versicherungstechnischer Parameter ergeben, wie Sterblichkeit (und nicht als Risikofaktor die Sterblichkeit selbst). Zur Vereinfachung der Notation bezeichnen wir diese portfoliospezifischen Risikofaktoren weiterhin mit $RF_{1,k}^I$. Dies bedeutet, dass alle partiellen Ableitungen bezüglich der portfoliospezifischen Risikofaktoren durch die Konstante mit dem Wert Eins gegeben sind. Für weitergehende Referenzen verweisen wir auf die technische Beschreibung für das SST-Standardmodell Lebensversicherung.

3.3.3 Sensitivitäten für die Marktrisiken

Wir gehen nun auf die Berechnung der Sensitivitäten für die Marktrisiken genauer ein.

Inspiriert von der stochastischen Differenzialgleichung für Geometrische Brownsche Bewegungen[10] verwenden wir für die Risikotreiber, die nicht selber normalverteilt sind, die folgende Approximation

Formel 2

$$\Delta RT_{1,k}^M = \left(RT_{1,k}^M - RT_{0,k}^M\right) \approx RT_{0,k}^M \cdot \left(RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M\right),$$

wobei hier jeweils $RF_{0,k}^M = 0$ gilt, da eine skalierte (ggf. geshiftete) Brownsche Bewegung in Null startet. Für die Berechnung der Sensitivitäten werden folgende Differenzenquotienten verwendet:

- Für die Risikofaktoren mit $RT_{t,i}^M = RF_{t,i}^M$

$$\frac{\partial V(RT_0)}{\partial (RF_{0,k}^M)}\left(RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M\right) \approx \frac{V\left(RF_{0,k}^M + h_+\right) - V\left(RF_{0,k}^M - h_-\right)}{h_+ + h_-}\left(RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M\right)$$

  wobei wir auf der rechten Seite der Gleichheit zur Vereinfachung der Notation die Abhängigkeit $V(.)$ von allen übrigen als dem jeweils ausgelenkten Risikotreiber vernachlässigt haben. Die Zahlen h_+ und h_- definieren die Grösse der Auslenkungen, siehe Abschnitt 5.4. Diese vereinfachende Notation verwenden wir in den nachfolgenden Ausführungen kommentarlos weiter.

- Bei den Risikotreibern, die selbst nicht normalverteilt sind, werden die Sensitivitäten ebenfalls bezüglich der Risikotreiber ermittelt, hier jeweils aber durch relative Auslenkungen $\left(\tilde{h}_\pm = h_\pm \cdot RT_{0,k}^M\right)$

[10] Der bekannteste Fall ist der (diskontierte) Aktienpreisprozess. Der Prozess S – definiert durch $S_t = S_0 \exp(\int_0^t \lambda_s ds - \frac{1}{2}\sigma^2 t + \sigma W_t)$ – löst die stochastische Differenzialgleichung (SDE) $dS_t = S_t(\lambda_t dt + \sigma dW_t)$, wobei $W = (W_t)_t$ für eine standard Brownsche Bewegung (die in Null startet) und $\lambda = (\lambda_t)_t$ für einen sogenannten "Drift" steht. Eine Diskretisierung dieser SDE führt auf Formel 2 mit $RF_{0,k}^M = 0$ (da der Exponent in Null startet).

$$\frac{\partial V(RT_0)}{\partial\left(RT_{0,k}^M\right)}\left(RT_{1,k}^M - RT_{0,k}^M\right) \approx \frac{V\left(RT_{0,k}^M(1+h_+)\right) - V\left(RT_{0,k}^M(1-h_-)\right)}{(h_+ + h_-)\cdot RT_{0,k}^M}\cdot RT_{0,k}^M \cdot \left(RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M\right),$$

wobei wir ebenfalls die Approximation der Veränderung der Risikotreiber in Formel 2 verwendet haben. Durch die Verwendung von relativen Auslenkungen soll primär gewährleistet werden, dass die Differenzenquotienten bezüglich Auslenkung relativ zu den teilweise sehr unterschiedlichen Ausgangswerten der Risikotreiber in ähnlicher Weise festgelegt werden. Diesbezüglich gilt es zu bemerken, dass die durch die Differenzenquotienten beschriebenen linearen Approximationen die Bewertungsfunktion bezüglich des *Tails* des RBC in gewissen Situationen besser beschreiben, als diejenige, die durch die partiellen Ableitungen beschrieben wird.

Wir können nun $RT_{0,k}^M$ kürzen und erhalten

$$\frac{\partial V(RT_0)}{\partial\left(RT_{0,k}^M\right)}\left(RT_{1,k}^M - RT_{0,k}^M\right) \approx \frac{V\left(RT_{0,k}^M(1+h_+)\right) - V\left(RT_{0,k}^M(1-h_-)\right)}{(h_+ + h_-)}\left(RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M\right).$$

Wir definieren nun den n-dimensionalen, konsistenten "Sensitivitätenvektor" bezüglich Inkremente der Risikofaktoren wie folgt

$$\delta = \left(\delta_1, \dots, \delta_{n_1}, \delta_{n_1+1}, \dots, \delta_{n_2}, 1, \dots, 1\right)$$

mit

$$\delta_i = \frac{V\left(RF_{0,i} + h_+\right) - V\left(RF_{0,i} - h_-\right)}{(h_+ + h_-)}, \qquad i \in \{1, \dots, n_1\}$$

und

$$\delta_j = \frac{V\left(RT_{0,j}(1+h_+)\right) - V\left(RT_{0,j}(1-h_-)\right)}{(h_+ + h_-)} \approx \frac{\partial V(RT_0)}{\partial\left(RT_{0,j}\right)}\cdot RT_{0,j}, \qquad j \in \{n_1 + 1, \dots, n_2\}.$$

3.4 Zusammenfassung

Aufgrund der in den Abschnitten beschriebenen Herleitungen ergibt sich für die Veränderung des *RBC*

$$\begin{aligned} RBC_1^r - RBC_0^g &\approx f^r(RT_1, 1) - RBC_0^g = f^r(RT_1, 1) - f^r(RT_0, 0) + \left(RBC_0^r - RBC_0^g\right) \\ &= f^{fix,A}\left(RT_1^{fix}, RT_{1,FX}, 1\right) - f^{fix,A}\left(RT_0^{fix}, RT_{0,FX}, 0\right) \\ &\quad + f^{Price,A}\left(RT_1^{Price}, RT_{1,FX}, 1\right) - f^{Price,A}\left(RT_0^{Price}, RT_{0,FX}, 0\right) \\ &\quad + f^{Forwards,A}\left(RT_1^{fix}, RT_1^{Price}, RT_{1,FX}, 1\right) - f^{Forwards,A}\left(RT_0^{fix}, RT_0^{Price}, RT_{0,FX}, 0\right) \\ &\quad - f_{IL}^{r,M}(IL_0, RT_1, 1) + f_{IL}^{r,M}(IL_0, RT_0, 0) \\ &\qquad + \Delta\left(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_1\right) - \Delta\left(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_0\right) + \left(RBC_0^r - RBC_0^g\right). \end{aligned}$$

4 Zentrierung und erwartetes Ergebnis

4.1 Zentrierung

Zukünftige Drifts von Anlagen lassen sich nicht zuverlässig schätzen, denn zurzeit existieren keine zuverlässigen robusten Schätzer. Die stark komplexitätsreduzierende *Stationaritätsannahme* bei der Bewertung der Versicherungsverpflichtungen führt zudem dazu, dass allfällige passivseitige Einflüsse auf das erwartete finanzielle Ergebnis über risikofreier Verzinsung nicht direkt in die Marktrisikomodellierung einfliessen.

Das erwartete finanzielle Ergebnis über risikofreier Verzinsung kann damit nicht direkt via Drifts von Risikofaktoren in die Berechnung des Einjahresrisikokapitals integriert werden. Vielmehr sind zentrierte Grössen zu betrachten

$$\Delta RF = \left(\Delta RF_{1,1}, \dots, \Delta RF_{1,n}\right) = \left(\Delta RF_{1,1}^{u} - E\left[\Delta RF_{1,1}^{u}\right], \dots, \Delta RF_{1,n}^{u} - E\left[\Delta RF_{1,n}^{u}\right]\right),$$

mit

$$\Delta RF_{1,i} = RF_{1,i} - RF_{0,i}, \qquad i \in \{1, \dots, n\},$$

wobei der Index u für unzentrierte Risikofaktoren steht. Wir unterstellen, dass dieser (um Null) zentrierte Vektor ΔRF multivariat normalverteilt ist.

Die Verwendung von zentrierten Grössen hat einen Einfluss auf die Risikomessung. Bei linearen Drifteffekten lässt sich deren Vernachlässigung durch eine einfache Addition eines "erwarteten Ergebnisses über risikofrei" korrigieren. Bei geometrischen Effekten positiver Drifts führt hingegen deren Nichtberücksichtigung zu einer Reduktion der Varianz der Risikotreiber. Diese Varianzreduktion muss im Rahmen der Anrechnung des erwarteten finanziellen Ergebnisses über risikofreier Verzinsung berücksichtigt werden. Im Rahmen des SST-Standardmodells für das Marktrisiko erfolgt dies mittels eines Skalierungsfaktors (vgl. Abschnitt 4.2).

4.2 Erwartetes finanzielles Ergebnis

Da die Berechnung des Risikokapitals zentriert erfolgt, werden die Effekte aus dem erwarteten finanziellen Ergebnis über risikofreier Verzinsung via Zusatzrechnung berücksichtigt. Im SST-Standardmodell für das Marktrisiko wird das erwartete finanzielle Ergebnis durch Berücksichtigung folgender Grössen bestimmt:

- die erwartete Rendite über risikofreier Verzinsung: wird durch von der FINMA festgelegte aktiva-spezifische Faktoren bestimmt:
  - Staatsanleihen: 0 bps
  - Spreadrisikobehaftete, festverzinsliche Investitionen: 65 bps (für Hypotheken, siehe unten),
  - Hypotheken: 150 bps
  - Aktien: 400 bps,

- Private Equity: 500 bps,
    - Hedgefonds: 200 bps,
    - Immobilien: 300 bps
    - Assets im Deltamodell: unternehmensspezifisch anhand obiger Richtwerte
- der Skalierungsfaktor γ. Mit diesem Skalierungsfaktor wird berücksichtigt, dass sich bei einer Integration von positiven Drifts bei geometrischen Effekten die Varianz der entsprechenden Aktiven erhöht. Ebenfalls werden Effekte von der Passivseite der Bilanz wie Versicherungsnehmerbeteiligungen abgegolten. Aktuell gilt für Lebensversicherer $\gamma = 0.8$ und für Versicherungsunternehmen aller anderen Sparten $\gamma = 0.9$.

Das erwartete finanzielle Ergebnis (EFR) ergibt sich schliesslich als

$$EFR = \gamma \cdot \sum_i return\ over\ riskfree_i \cdot exposure_i$$

5 Marktrisikotreiber, Mappingregeln, Schätzmethode und Datengrundlage

In diesem Kapitel werden ausgehend von dem in den Kapiteln 2 und 3 hergeleiteten theoretischen Modellrahmen, die zusätzlichen Elementen definiert, welche gemeinsam mit den versicherungsspezifischen Angaben, für die Berechnung des Marktrisikos notwendig sind.

Es werden insbesondere folgende Elemente beschrieben:

- die im SST-Standardmodell für das Marktrisiko berücksichtigten Marktrisikotreiber;
- die Anwendung der Marktrisikotreiber im Rahmen der exakten Bewertung;
- die zu berücksichtigenden Positionen nach Marktrisikotreiber und Mappingregeln bei exakten Bewertungsfunktionen;
- die Bedeutung und Ermittlung der Sensitivitäten im Delta-Ansatz;
- die Datengrundlage;
- die Schätzmethode für die Bestimmung der Volatilitäten und Korrelationsmatrix.

5.1 Marktrisikotreiber

Das SST-Standardmodell für das Marktrisiko umfasst insgesamt 41 Marktrisikotreiber, wobei für die Auswertung der exakten Bewertungsfunktionen lediglich 37 zur Anwendung kommen. Es sind dies

- Zinsen (Zero Rates) für die Währungen CHF, EUR, USD und GBP und Laufzeitbänder kurz-, mittel- und langfristig [4*3 Risikotreiber]
- Implizite Zinsvolatilität [1 Risikotreiber] *(Für exakte Bewertungsfunktionen nicht verwendet).*
- Credit Spreads [11 Risikotreiber]

- Swap Government Spread [1 Risikotreiber] *(Für exakte Bewertungsfunktionen nicht verwendet).*
- Wechselkurse: EUR/CHF, USD/CHF, GBP/CHF, JPY/CHF [4 Risikotreiber]
- Implizite FX-Volatilität [1 Risikotreiber] *(Für exakte Bewertungsfunktionen nicht verwendet).*
- Aktienmärkte: Schweiz, Europa, Vereinigte Staaten, Vereinigtes Königreich, Japan [5 Risikotreiber]
- Implizite Aktienvolatilität [1 Risikotreiber] *(Für exakte Bewertungsfunktionen nicht verwendet).*
- Hedgefonds [1 Risikotreiber]
- Private Equity [1 Risikotreiber]
- Immobilien Schweiz: direkte Wohnimmobilien und Immobilienfonds [2 Risikotreiber].
- Beteiligungen [1 Risikotreiber]

Da der Risikofaktor direkte Wohnimmobilien Schweiz durch Skalierung der Volatilität des Risikofaktors für Immobilienfonds generiert wird, werden lediglich 40 Risikofaktoren jeweils eigenständig stochastisch modelliert. Der Wohnimmobilien-Skalierungsfaktor wird jeweils aufgrund historischer Daten der beiden Risikotreiber geschätzt.

Für die Schätzung der Volatilitäten und der Korrelationsmatrix der eigenständig modellierten Risikofaktoren werden lediglich 39 Risikotreiber berücksichtigt. Die Volatilität für Beteiligungen ist durch Experteneinschätzung festgelegt und wird dabei nicht laufend jährlich kalibriert. In Abgrenzung zu den Wohnimmobilien Schweiz wird dieser Risikofaktor hingegen eigenständig modelliert.

5.2 Anwendung der Marktrisikotreiber bei exakten Bewertungsfunktionen

Bezeichnung	Bedeutung	Funktionsweise
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Kurzfristig	Pro Simulation werden nominale Cashflows mit einer Restlaufzeit von bis und mit 5 Jahren *basierend* auf diesem Zinssatz diskontiert. Zinsen sind ebenfalls in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Forwards mit entsprechender Restlaufzeit enthalten.	Anwendung der Bewertungsfunktion auf ausgelenkte Risikofaktoren (mit exakter Restlaufzeit).
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Mittelfristig	Pro Simulation werden nominale Cashflows mit einer Restlaufzeit von mehr als 5 Jahren bis und mit 19 Jahren *basierend* auf diesem Zinssatz diskontiert. Zinsen sind ebenfalls in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Forwards mit entsprechender Restlaufzeit enthalten.	Analog zu den kurzfristigen Zinsen.
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Langfristig	Pro Simulation werden nominale Cashflows mit einer Restlaufzeit von mehr als 19 Jahren *basierend* auf diesem Zinssatz diskontiert. Zinsen sind ebenfalls in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Forwards mit entsprechender Restlaufzeit enthalten.	Analog zu den kurzfristigen Zinsen.
Implizite Zinsvolatilität (zu Bachelier Modell)	Produkte, die eine Sensitivität bezüglich dieses Risikofaktors aufweisen, werden via Delta-Ansatz abgebildet, siehe Abschnitt 5.4.	
Credit Spread	Pro Simulation werden nominale Cashflows des entsprechenden Spreads *basierend* auf dem modellierten Spread diskontiert.	Anwendung der Bewertungsfunktion auf ausgelenkte Risikofaktoren (mit der exakten Restlaufzeit).
FX EUR/CHF	Nominelle "Fixed Income" Cashflows und Exposures in Aktiven mit direkten Markwerten (wie Aktien etc.) werden im Rahmen der Bewertungsfunktion multiplikativ in CHF gewechselt.	Abbildung der entsprechenden Exposures via Bewertungsfunktion.

Bezeichnung	Bedeutung	Funktionsweise
	Ebenfalls enthalten in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Forwards.	
FX USD/CHF	Analog zu EUR/CHF	Analog zu „FX EUR/CHF"
FX GBP/CHF	Analog zu EUR/CHF	Analog zu „FX EUR/CHF"
FX JPY/CHF	Analog zu EUR/CHF	Analog zu „FX EUR/CHF"
Implizite FX-Volatilität	Produkte, die eine Sensitivität bezüglich dieses Risikofaktors aufweisen, werden via Delta-Ansatz abgebildet, siehe Abschnitt 5.4	
Aktien Schweiz EMU USA GB Japan	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert (inklusive Devisenkursveränderung). Ebenfalls enthalten in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Aktien Forwards.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor, respektive aus der expliziten Funktion für Index-Forwards.
Implizite Aktienvolatilität	Produkte, die eine Sensitivität bezüglich dieses Risikofaktors aufweisen, werden via Delta-Ansatz abgebildet, siehe Abschnitt 5.4.	
Hedgefonds	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert (inklusive Devisenkursveränderung). Ebenfalls enthalten in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Hedgefonds Forwards.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor, respektive aus der expliziten Funktion für Index-Forwards.
Private Equity	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert (inklusive Devisenkursveränderung). Ebenfalls enthalten in den Bewertungsfunktionen der explizit abgebildeten Private Equity Forwards.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor, respektive aus der expliziten Funktion für Index-Forwards.
Direkte Wohnimmobilien Schweiz	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert. Ebenfalls enthalten in den explizit abgebildeten Forwards auf direkte Wohnimmobilien.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor, der via den Immobilienfonds-Risikofaktor modelliert wird, wobei dessen Volatilität auf diejenige des IAZI-Index runter skaliert wird, respektive aus der expliziten Funktion für Index-Forwards.

Bezeichnung	Bedeutung	Funktionsweise
Immobilienfonds Schweiz	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert. Ebenfalls enthalten in den explizit abgebildeten Forwards auf Immobilienfonds.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor, respektive aus der expliziten Funktion für Index-Forwards.
Beteiligungen	Exposures werden pro Simulation mit dem Preisveränderungsfaktor multipliziert.	Die Bewertungsfunktion ergibt sich aus der Multiplikation des Exposures mit dem jeweiligen Preisveränderungsfaktor.

Tabelle 2 Anwendung der Marktrisikotreiber bei exakten Bewertungsfunktionen

5.3 Zu berücksichtigende Positionen nach Marktrisikotreiber und Mappingregeln bei exakten Bewertungsfunktionen

Bezeichnung	Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Kurzfristig Mittelfristig Langfristig	Alle zinssensitiven Fixed-Income-Bilanzpositionen, wie etwa ▪ Obligationen ▪ Festhypotheken Hypotheken ▪ Festverzinsliche Kredite und Darlehen mit fester Laufzeit ▪ Verpflichtungen mit entsprechender Cashflow-Struktur Die in Abschnitt 3.2 beschriebenen Forward-Exposures. Hier nicht zu berücksichtigen: ▪ Immobilien sind via den separaten Risikotreiber für Immobilien zu berücksichtigen. ▪ Zinsinstrumente bei denen die Cashflows nicht von rein nomineller Natur (z.B. Wandelanleihen, Floating-Rate Notes etc.) sind, sind via Delta-Ansatz unter Berücksichtigung aller relevanter Faktoren abzubilden. Fixed Income in anderen Währungen als CHF, EUR, USD und GBP: Zinsexposures in Währungen, für die keine gesonderten Risikofaktoren existieren, sind den Buckets der geographisch nächsten erfassten Währung zuzuordnen. 1) Ostasien und der pazifische Raum (Asia-Pacific) sowie Nord- und Südamerika (Americas): Mapping auf USD-Zinsen; 2) Europa, Nahen Osten, Afrika und die GUS-Staaten (EMEA): Mapping auf EUR-Zinsen.
Credit Spreads	Das Spreadrisiko bezieht sich auf Finanzinstrumente, deren Barwerte auf Änderungen von Credit Spreads sensitiv sind. Spreadrisiken sind grundsätzlich auch für alle mit einem Gegenparteirisiko behafteten Positionen relevant. Ausgenommen sind gewisse Emissionen souveräner Staaten (vgl. Punkt 1 unten) sowie unter gewissen Bedingungen Hypotheken (vgl. Sonderfälle Punkt II unten.) Bei der Behandlung von Spreads unterscheidet das SST-Standardmodell für das Marktrisiko folgende Fälle 1. Souveräne Staaten: Souveräne Staaten mit unabhängiger Geldpolitik und Zinsrisikofaktoren der jeweiligen Währung im SST-Standardmodell für das Marktrisiko berücksichtigt (d.h. Schweiz, Vereinigtes Königreich und Vereinigte Staaten, sofern keine eigenen Risikofaktoren verwendet werden) sowie souveräne Staaten des Euroraums mit AAA-Rating: Kein Spreadrisiko. Es wird angenommen, dass ein allfälliges Spreadrisiko bereits im Zinsrisiko abgedeckt ist. Souveräne Staaten im Euro-Raum mit Rating tiefer als AAA: Mapping auf EUGO_Spread. Bei Emissionen dieser souveränen Staaten in Fremdwährungen erfolgt die Behandlung wie bei "übrigen Gegenparteien" gemäss Punkt 3 bis 5. Alle anderen souveränen Staaten: Gemäss Punkt 3 bis 5. 2. Schweizer Gegenparteien: CH-Pfandbriefe der Pfandbriefzentrale und der Pfandbriefbank, Positionen von Gebietskörperschaften (ohne die Eidgenossenschaft selbst, d.h. z.B. Kantone und Gemeinden), Kantonalbanken mit Staatsgarantie: Mapping auf CH_CANT_Spread (Faktor CANT).

Bezeichnung	Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln
	Alle anderen Schweizer CHF-Corporate: Mapping auf CHF_CORP_Spread (Faktor CORP). 3. Alle übrigen Gegenparteien mit Investment-Grade Rating: Mapping nach Rating und geographischer Gruppe (vgl. unten). Beispiele sind kreditrisikobehaftete Positionen wie Anleihen von und Darlehen an Unternehmen und öffentliche Schuldner, die keine souveränen Staaten darstellen (z.B. Deutsche Bundesländer, US-Einzelstaaten, Kanadische Provinzen, Gemeinden, etc.). 4. Alle übrigen Gegenparteien mit Sub-Investment-Grade Qualität: Mapping auf (USD) BB-Spread. 5. Alle übrigen Gegenparteien ohne Rating. Mapping auf Risikofaktoren EUR oder USD BBB-Spread je nach geographischer Zuteilung. Geographische Gruppierung: Die geographische Zuteilung erfolgt aufgrund der Währung des Titels. So wird zum Beispiel ein Bond von Gazprom in Rubel dem Euro-Spread zugewiesen, ein Bond von Gazprom in USD oder in ARS jedoch dem USD-Spread. a) Exposures in USD und in Währungen aus Nord- und Südamerika (Americas), dem Fernen Osten und dem Pazifischen Raum (Asia Pacific): Mapping auf USD-Spread. b) Exposures in EUR und anderen Währungen aus Europa (auch GBP), d.h. auch alle CHF-Exposures von ausländischen Emittenten, Exposures der GUS-Staaten, des Nahen Ostens und Afrikas (EMEA): Mapping auf EUR-Spread. Sonderfälle: I. Für EUR-AAA gibt es keinen gesonderten Risikotreiber. EUR-AAA Risiken werden mit Hilfe des US-AAA Spreadrisikofaktoren modelliert. Es wird dabei die Volatilität des US-AAA Spreadrisikofaktors mit einem Faktor von 75 % skaliert. II. Direkte Hypotheken werden bei gleichzeitiger Verwendung des SST-Standardmodells für das Kreditrisiko als nicht zusätzlich spreadrisikobehaftet angesehen (kein Spreadrisiko im SST-Standardmodell für das Marktrisiko).
FX	Die in Abschnitt 3.2 beschriebenen Forward-Exposures, sofern sie einem entsprechenden FX-Risiko unterliegen. Für alle Fixed Income Bilanzpositionen mit nominalen Cashflows (inklusive Certainty-Equivalent Cashflows aus Versicherungsverpflichtungen) und alle Bilanzpositionen, bei denen der Preisveränderungsfaktor (ohne Drift über risikofrei) explizit modelliert wird (wie Aktien- und Immobilien-Exposures) wird das Währungsrisiko via Diskont- und Preisveränderungsfaktor abgebildet. Für alle anderen Positionen, wie Derivate, die eine entsprechende Fremdwährungskomponente enthalten (also bspw. der EUR-Leg eines EUR/GBP FX-Swaps) sind die FX-Risiken via Delta-Ansatz zu berücksichtigen. Exposures zu Währungen, für die keine gesonderten Risikotreiber existieren, sind der geographisch nächstgelegenen Währung zuzuweisen. Es gelten: 1) Nord- und Südamerikas (Americas) Mapping auf US-Dollar; 2) Ostasien und der pazifische Raum (Asia-Pacific) Mapping auf japanischen Yen;

Bezeichnung	Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln
	3) Währungen Europas, des Nahen Ostens, Afrikas sowie der GUS-Staaten (EMEA) Mapping auf Euro. Ausnahmen: Schweizer Frankens und britischer Pfund.
Aktien	Alle Aktieninvestitionen (ohne Beteiligungen) und Aktienforwards werden auf die Risikotreiber Aktien abgebildet. Für andere Bilanzpositionen, welche indirekt gegenüber einzelnen Aktienkursen, beziehungsweise Aktienindizes, sensitiv sind, ist der Delta-Ansatz zu verwenden. Die Exposures sind dem zum jeweils geographisch nächsten Wirtschaftsraum gehörigen Risikofaktor wie folgt zuzuweisen: 1) Nord- und Südamerika (Americas): Mapping auf US-Aktienindex. 2) Ostasien und der pazifische Raum (Asia-Pacific): Mapping auf Aktienindex für Japan. 3) Europa, der Nahe Osten, Afrika sowie die GUS-Staaten (EMEA): Mapping auf Aktienindex für Europa. Ausnahmen: Schweiz und das Vereinigte Königreich, die als eigene Wirtschaftsräume gelten. Vereinfachend wird auch die Währung des jeweiligen Wirtschaftsraumes verwendet.
Hedgefonds	Alle Anlagen, welche Engagements in Hedgefonds darstellen, insbesondere ▪ Hedgefonds (Direktanlage) ▪ Dachfonds im Bereich Hedgefonds ▪ Allfällige Forwards mit Hedgefonds Underlying
Private Equity	Alle Anlagen, welche Investitionen in Private Equity darstellen, insbesondere ▪ Private-Equity-Funds ▪ Private-Equity-Gesellschaften ▪ Allfällige Forwards mit Private Equity Underlying
Direkte Wohnimmobilien Schweiz	Direktinvestitionen in: ▪ Wohnimmobilien Schweiz, ▪ gemischte Immobilien Schweiz mit weniger als 50 % Geschäftsanteil, ▪ obige Anlagen im Bau, ▪ allfällige Forwards mit Wohnimmobilien Schweiz als Underlying.
Immobilienfonds Schweiz	Börsengehandelte Immobilienfonds Schweiz und allfällige Forwards auf Immobilienfonds Schweiz. Direkte Geschäftsimmobilien Schweiz: ▪ Geschäftsimmobilien Schweiz (Direktinvestition oder selbst genutzte Objekte), ▪ gemischte Immobilien Schweiz mit mehr als 50 % Geschäftsanteil, ▪ obige Anlagen im Bau, ▪ allfällige Forwards mit Geschäftsimmobilien Schweiz als Underlying.
Beteiligungen	Jede Direktanlage (ohne Immobilien, Private Equity, Partizipations- und Genussscheine), solange diese nicht zu materiell ist. Analog zur bisherigen Behandlung ist ein Sonderrisikotreiber vorgesehen (25 % Volatilität, komonoton zu den restlichen Risikofaktoren).

Tabelle 3 Zu berücksichtigende Positionen nach Marktrisikotreiber und Mappingregeln bei exakten Bewertungsfunktionen

5.4 Bedeutung der Marktrisikotreiber und Ermittlung der Sensitivitäten im Delta-Ansatz

Im Delta Ansatz werden Delta Sensitivitäten gemäss Abschnitt 3.3.3 auf ausgelenkte Risikofaktoren angewandt. Die Delta Sensitivitäten sind pro Risikofaktor in SST-Währung zu ermitteln und gegebenenfalls mit dem zugehörigen Skalierungsfaktor zu skalieren. Im SST Template werden diese Delta Sensitivitäten pro eigenständig stochastisch modelliertem Risikofaktor gemäss Abschnitt 5.1 zusammengefasst.

Bezeichnung	Auslenkung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Kurzfristig	CHF: ± 100 bps EUR: ± 140 bps USD: ± 140 bps GBP: ± 140 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve im Bereich 0 – 5.0 Jahre.	Neubewertung der zinssensitiven Positionen mit einer Zinskurve, welche im Bereich von 0 – 5.0 Jahren um h_i höher (tiefer) ist als die Ausgangskurve. Beispiel CHF-Zinskurve: Die CHF-Ausgangskurve wird im Bereich 0 – 5.0 Jahre um h_i bps parallel angehoben, respektive gesenkt. Dies gilt für alle Zinskurven und nicht nur für die risikolosen Zinskurven. Erfolgt die Bewertung der Assets durch Diskontierung mit einem instrumenten-spezifischen Yield, so wird der Renditeaufschlag (Credit Spread) bezüglich des risikolosen Zinssatzes bestimmt und dann mit dem um h_i erhöhten risikolosen Zinssatz plus Credit Spread diskontiert und das Resultat dem Zeitband "Kurzfristig" zugeordnet.
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Mittelfristig	CHF: ± 100 bps EUR: ± 140 bps USD: ± 140 bps GBP: ± 140 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve im Bereich 5.01 – 19.0 Jahre.	Analog zu „Zinsen (Zero Rates) Kurzfristig“
Zinsen (Zero Rates) (CHF; EUR; USD; GBP) Langfristig	CHF: ± 100 bps EUR: ± 140 bps USD: ± 140 bps GBP: ± 140 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich über 19.01 Jahre.	Analog zu „Zinsen (Zero Rates) Kurzfristig"
Implizite Zinsvolatilität (zu Bachelier Modell)	± 30 % (relativ)	Wertveränderung von Finanzinstrumenten, die auf eine Zinsvolatilität sensitiv sind, bei einer Zu- beziehungsweise Abnahme der impliziten Volatilität um 30 %.	Änderung der Volatilität um 30 %

Bezeichnung	Auslenkung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität
Credit Spread	AAA: ± 100 bps AA: ± 100 bps A: ± 120 bps BBB: ± 150 bps BB: ± 200 bps Swap-Spread: ± 100 bps EUGO_Spread: ± 100 bps CH_CANT_Spread_KT: ± 100 bps CH_CORP_Spread: ± 100 bps Falls bei der Spreadsenkung ein Corporate-Spread unter 0 resultieren würde, ist stattdessen die Sensitivität einer Spread-Senkung auf 0 zu verwenden.	Wertveränderung einer Änderung der Credit Spreads (Differenz zwischen Zinsen für kreditrisikobehafteten Anlagen und kreditrisikofreien Anlagen) um h_i.	Wertveränderung, welche durch eine Parallelverschiebung der Zinskurve um h_i entsteht. Beinhaltet die Bewertung gewisser kreditrisikobehafteter Anlagen die Diskontierung mit einem instrumenten-spezifischen Yield, so ist die Wertänderung bei einer Erhöhung / Reduktion des Yields um h_i zu messen. Wertveränderungen bezüglich EUR-AAA Risiken sind mit einem Faktor von 75 % zu skalieren.
FX EUR/CHF	± 15 %	Wertveränderungen bei einer Änderung des EUR/CHF-Wechselkurses um ± 15 %.	Neubewertung aller Positionen mit einem EUR/CHF Kurs, der um 15 % über / unter dem Ausgangskurs liegt.
FX USD/CHF	± 20 %	Wertveränderungen bei einer Änderung des USD/CHF Wechselkurses um ± 20 %.	Analog zu „FX EUR/CHF“
FX GBP/CHF	± 20 %	Wertveränderungen bei einer Änderung des GBP/CHF Wechselkurses um ± 20 %.	Analog zu „FX EUR/CHF“
FX JPY/CHF	± 20 %	Wertveränderungen bei einer Änderung des JPY/CHF Wechselkurses um ± 20 %.	Analog zu „FX EUR/CHF“
Implizite FX-Volatilität	+ 100 % / - 0 % (relativ)	Werteffekte von Finanzinstrumenten, die auf eine FX-Volatilität sensitiv sind, bei	Neubewertung der Positionen bei + 100 % / - 0 % Änderung der Volatilität.

Bezeichnung	Auslenkung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität
		einer Änderung der impliziten Volatilität um + 100 % / - 0 %.	
Aktien Schweiz EMU USA Grossbritannien Japan	± 20 %	Wertveränderungen bei einer Änderung von Aktienkursen um ±20 %.	Neubewertung der Positionen bei 20 % Änderung der Aktien-/Indexkurse.
Implizite Aktienvolatilität	+ 100 % / - 0 % (relativ)	Barwerteffekt auf Finanzinstrumente, die auf die Volatilität von Aktien / Aktienindizes sensitiv sind, bei einer Änderung der impliziten Volatilität um + 100 % / - 0 %.	Neubewertung der Positionen bei + 100 % / - 0 % Änderung der Aktienvolatilität.
Hedgefonds	± 20 %	Wertveränderung bei einer Änderung der Hedgefonds-Bewertungen um ± 20 %.	Neubewertung der Positionen bei 20 % Änderung der Hedgefonds-Bewertungen.
Private Equity	± 30 %	Wertveränderung bei einer Änderung um ± 30 % der als „Private Equity“ geltenden Anlagen.	Neubewertung der Positionen bei 30 % Änderung der Kurse der Anlage.
Direkte Wohnimmobilien Schweiz	± 10 %	Wertveränderung bei einer Änderung des Immobilienindexes um ± 10 %.	Neubewertung der Positionen bei 10 % Änderung der Immobilienpreise und Skalierung der Wertveränderung mit dem Wohnimmobilien-Skalierungsfaktor.
Immobilienfonds Schweiz	± 10 %	Wertveränderung bei einer Änderung des Immobilienfondskurses um ± 10 %.	Neubewertung der Positionen bei 10 % Änderung der Kurse der Immobilienfonds.
Direkte Geschäftsimmobilien Schweiz	± 10 %	Wertveränderung bei einer Änderung des Immobilienindexes um ± 10 %.	Neubewertung der Positionen bei 10 % Änderung der Immobilienpreise.
Beteiligungen	± 10 %	Wertveränderung bei einer Änderung der Beteiligungswerte um ± 10 %.	Neubewertung der Positionen bei 10 % Änderung der Kurse der Beteiligung.

Tabelle 4 Bedeutung der Marktrisikotreiber und Ermittlung der Sensitivitäten im Delta-Ansatz

5.5 Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln im Delta-Ansatz

Bezeichnung	Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln
Zinsen	Alle zinssensitiven Fixed Income Bilanzpositionen im weiteren Sinne, welche nicht rein durch nominelle Cashflows abgebildet werden können (vgl. Abschnitt 5.3), d.h. insbesondere ▪ Wandelanleihen ▪ Floating Rate Notes Ebenfalls via Delta-Ansatz sind die folgenden zinssensitiven Produkte und ähnliche Produkte abzubilden ▪ Zinsgarantien ▪ Zinsswaps ▪ Caps/Floors ▪ FX-Swaps Immobilien sind für diesen Risikofaktor nicht zu berücksichtigen sondern via den separaten Risikotreiber für Immobilien, siehe Abschnitt 5.3. Oben genannte Bilanzpositionen in anderen Währungen als CHF, EUR, USD und GBP: 1) Nord- und Südamerika (Americas), Ferner Osten und Pazifischer Raum (Asia Pacific): Mapping auf USD-Zinsen, 2) Europa, GUS-Staaten, Naher Osten und Afrika (EMEA): Mapping auf EUR-Zinsen.
Implizite Zinsvolatilität (zu Bachelier Modell)	Alle Positionen, die eine Sensitivität auf die implizite Zinsvolatilität haben, wie: • Optionen auf zinssensitiven Positionen wie etwa ▪ Obligationen ▪ Hypotheken ▪ Zinsswaps ▪ Forwards • Spezifische oder eingebettete Zinsoptionen wie etwa ▪ Caps / Floors (caplet / floorlet) ▪ Collars • Swaptions
Credit Spread	• Alle Spreadrisiken aus Forderungen aus Kreditderivaten und kreditrisikobehaftete Forderungen aus impliziten Optionen (eingebettet in handelbaren liquiden Finanzinstrumenten). • Für Swap Government Spread gilt: Alle Positionen in Swap Produkten (z.B. Swaps und Swaptions); diese Produkte werden kanonisch via Delta-Ansatz abgebildet. Alle Bilanzpositionen mit nominellen Cashflows im Sinne der Beschreibung bei den Zinsrisikofaktoren in Abschnitt 5.3 sind jedoch gemäss Abschnitt 5.3 abzubilden. Die weiteren Ausführungen zu den Spreads in Abschnitt 5.3 gelten hier analog.
FX	Alle Bilanzpositionen ausser: • alle Fixed Income Bilanzpositionen (inklusive Cashflows aus Versicherungsverpflichtungen), • alle Bilanzpositionen, bei denen der Preisveränderungsfaktor explizit modelliert wird

Bezeichnung	Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln
	(wie Aktien- und Immobilienexposures), • alle explizit abgebildeten Forwards, die ein Währungsrisiko aufweisen. Beispiele sind bei Derivaten (ohne die explizit abgebildeten Forwards), die eine entsprechende Fremdwährungskomponente enthalten (also bspw. der EUR-Leg eines EUR/GBP FX-Swaps). Hier sind die FX-Risiken via Delta-Ansatz zu berücksichtigen. Bei Exposures zu Währungen, für die keine gesonderten Risikotreiber existieren, gelten die Ausführungen in Abschnitt 5.3 analog.
Implizite FX-Volatilität	Alle Positionen, die eine Sensitivität auf die implizite FX-Volatilität haben.
Aktien	Bilanzpositionen, welche indirekt gegenüber einzelnen Aktienkursen, beziehungsweise Aktienindizes, sensitiv sind, mit Ausnahme der explizit abgebildeten Aktienforwards. Zu berücksichtigen sind neben entsprechenden Derivaten auch eingebettete Optionen (bspw. in Wandelanleihen). Der Effekt auf Positionen in eigenen Aktientiteln ist nicht zu berücksichtigen, wohl aber der Effekt auf Derivate, die auf eigene Titel lauten (bspw. Lepos). Die Ausführungen zur geografischen Zuweisung von Exposures aus Abschnitt 5.3 gelten hier analog.
Implizite Aktienvolatilität	Alle Positionen, die eine Sensitivität auf die implizite Aktienvolatilität haben.
Hedgefonds	Nur allfällige Positionen, die indirekt von Hedgefonds abhängen und nicht einem explizit abgebildeten Forward entsprechen. D.h. Positionen, die auf Veränderungen des Hedgefonds-Indexes reagieren und nicht zu den in Abschnitt 5.3 beschriebenen, direkt abzubildenden Exposures zählen.
Private Equity	Nur allfällige Anlagen, welche lediglich indirekt von Private Equity abhängen und nicht einem explizit abgebildeten Forward entsprechen. D.h. Positionen die auf Veränderungen des Private Equity Indexes reagieren und nicht zu den in Abschnitt 5.3 beschriebenen, direkt abzubildenden Exposures zählen.
Direkte Wohnimmobilien Schweiz	Nur allfällige Positionen, welche lediglich indirekt von direkten Wohnimmobilen Schweiz abhängen und nicht einem explizit abgebildeten Forward entsprechen.
Immobilienfonds Schweiz	Nur allfällige Positionen, welche lediglich indirekt von Immobilienfonds abhängen und nicht einem explizit abgebildeten Forward entsprechen.
Direkte Geschäftsimmobilien Schweiz	Nur allfällige Positionen, welche lediglich indirekt von direkten Geschäftsimmobilien Schweiz abhängen und nicht einem explizit abgebildeten Forward entsprechen
Beteiligungen	Nur allfällige Positionen, welche lediglich indirekt von Beteiligungen abhängen.

Tabelle 5 Zu berücksichtigende Positionen und Mappingregeln im Delta-Ansatz

5.6 Schätzung der Volatilitäten und Korrelationsmatrix

5.6.1 Methodik

Im SST-Standardmodell für das Marktrisiko wird angenommen, dass die Änderungen der Risikofaktoren multivariat normalverteilt sind. Die Normalverteilung wird durch den Mittelwertvektor $\boldsymbol{\mu}$ und die Kovarianzmatrix Σ vollständig charakterisiert, wobei im SST-Standardmodell für das Marktrisiko der Mittelwertvektor $\boldsymbol{\mu}$ auf null (vgl. Abschnitt 4) gesetzt wird.

Die Ermittlung der Volatilitäten und Korrelationen der Risikofaktoränderungen erfolgt auf der Basis von monatlichen Renditen ab Mai 2005.[11] Die Wahl des Zeitraums und der Datenfrequenz ergibt sich aus einem Kompromiss. Einerseits sind möglichst lange Zeitreihen zu verwenden, um zu gewährleisten, dass die Schätzer konsistent / stabil sind und dass mindestens ein ökonomischer Zyklus abgedeckt ist. Andererseits muss ebenfalls dem Umstand Rechnung getragen werden, dass die Zeitreihen unterschiedliche Startpunkte haben und zu unterschiedlichen Zeitpunkten aktualisiert werden. (vgl. Abschnitt 5.7 für die Beschreibung der verwendeten Zeitreihen aus Bloomberg und anderen Quellen mit verfügbarem Zeitraum und Frequenz).

Datentransformation: Zinsen und Spreads

Im SST-Standardmodell für das Marktrisiko werden Zinsen und Spreads auf Basis einer stetigen Verzinsungskonvention verwendet, da sonst bei einer zugrundeliegenden multivariaten Normalverteilung der Expected Shortfall nicht definiert ist. Da Zinsen und Spreads in der in Abschnitt 5.7 beschriebenen Datengrundlagen relativ zu einer jährlichen Verzinsungskonvention publiziert werden, müssen diese für die Schätzung der Korrelationsmatrix und Volatilitäten zuerst transformiert werden. Für die früher verwendete jährliche Verzinsungskonvention bedeutet dies implizit, dass diese Zinsen nicht mehr normalverteilt, sondern geshiftet lognormalverteilt sind.

Wir illustrieren dies an einem generischen Beispiel. Sei $\hat{R}$ der vom Datenlieferant publizierte Zins in absoluten Zahlen und $\hat{S}$ der *Spread* für eine Laufzeit T. Für die äquivalente Umformulierung stellen wir sicher, dass die Ab- oder äquivalent die Aufzinsungsfaktoren unverändert bleiben. Bezeichnen wir mit R und S die entsprechenden Grössen für eine stetige Verzinsungskonvention, ergibt sich

$$\left(1+\hat{R}\right)^T = e^{R\cdot T}, \qquad \left(1+\hat{R}+\hat{S}\right)^T = e^{(R+S)\cdot T},$$

und damit

$$R = ln\left(1+\hat{R}\right), \qquad S = ln\left(1+\hat{R}+\hat{S}\right) - R.$$

Weitere Hinweise zur verwendeten Datengrundlage befinden sich im Abschnitt 5.7.

[11] Der SWX IAZI Investment Real Estate Performance Index hingegen steht nur auf Quartalbasis zur Verfügung, wobei dieser lediglich für den Volatilitätsskalierungsfaktor für Wohnimmobilien verwendet wird.

Schätzung der Volatilitäten und Korrelationsmatrix

Wir gehen nun davon aus, dass die Inkremente der Risikofaktoren (ΔRF) in einer Matrix der Dimension ($n \times d$) organisiert sind, wobei n die Anzahl Beobachtungen und d die Anzahl berücksichtigten Risikofaktoren darstellen. Aufgrund des Abschnitts 5 besteht damit die Datenmatrix im SST-Standardmodell für das Marktrisiko aus 39 Spalten. Je nachdem, ob der Risikotreiber als normalverteilt (bspw. Zinsen und Spreads) oder als lognormalverteilt gilt (Bspw. Währungen, Aktien-, Immobilienindizes) enthalten die Spalten die Veränderung des Risikotreibers j ($\Delta RF_{i,j} = RT_{i,j} - RT_{i-1,j}$) oder die logarithmische Veränderung, $\Delta RF_{i,j} = \ln(RT_{i,j}/RT_{i-1,j})$, wobei i die Beobachtungen $1, \dots, n$ durchläuft.

Es wird der (erwartungstreue) Standardschätzer für Σ verwendet, der gegeben ist durch:

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (\boldsymbol{X}_i - \overline{\boldsymbol{X}})(\boldsymbol{X}_i - \overline{\boldsymbol{X}})^t \,, \quad \overline{\boldsymbol{X}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{X}_i \,.$$

wobei $\boldsymbol{X}_i$ der i-te Zeilenvektor der oben beschriebenen Datenmatrix ist.

Zwischen der Kovarianzmatrix Σ und der Korrelationsmatrix P besteht folgender Zusammenhang:

$$\Sigma = \Delta P \Delta \,,$$

wobei Δ die Diagonalmatrix bezeichnet mit den Standardabweichungen (Volatilitäten) der Risikofaktoränderungen als Diagonalelemente, also

$$\Delta = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & \cdots & 0 & \sigma_d \end{bmatrix}.$$

Einen Schätzer $R = \left(r_{jk}\right)_{1 \le j,k \le d}$ der Korrelationsmatrix P erhält man unmittelbar aus dem Schätzer $S = \left(s_{jk}\right)_{1 \le j,k \le d}$ der Kovarianzmatrix Σ. Das Element in Zeile j und Spalte k ist gegeben durch den Pearson-Korrelationskoeffizienten

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{\sqrt{s_{jj} s_{kk}}} \,.$$

wobei s_{jj} einen Schätzer für die Varianz σ_j^2 des j-ten Risikofaktors bzw. $\sqrt{s_{jj}}$ einen Schätzer für die Standardabweichung σ_j des j-ten Risikofaktors darstellen.

Da der Zeithorizont im SST ein Jahr beträgt, müssen annualisierte Standardabweichungen (Volatilitäten) verwendet werden. Bei Monatsdaten erhält man diese, indem man die Volatilitäten der Monatsdaten mit der Quadratwurzel der Anzahl Monate pro Jahr multipliziert

$$\sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{12} \sigma_{\text{Monat}}.$$

Bei Quartalsdaten wie beispielsweise dem Index für Wohnimmobilien, wird die annualisierte Volatilität aus der Quartalsvolatilität multipliziert mit der Quadratwurzel der Anzahl Quartale pro Jahr erhalten:

$$\sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{4}\sigma_{\text{Quartal}}$$

Der Korrelationskoeffizient ist unabhängig von der Frequenz der beobachteten Daten und muss somit nicht annualisiert werden.

Positiv-Definitheit der Korrelationsmatrix

Die mittels oben definiertem Schätzer ermittelte Korrelationsmatrix R ist möglicherweise nicht positiv definit, da das SST-Standardmodell für das Marktrisiko einige Risikofaktoren enthält, die relativ hoch korreliert sind.

Eine pragmatische Methode[12], um eine positiv definite Matrix aus der ursprünglichen Schätzung zu erhalten ist die folgende: Die geschätzte Korrelationsmatrix R habe die Eigenwerte $\lambda_1, \dots, \lambda_d$ und die (orthogonalen) Eigenvektoren $v_1, v_2 \dots, v_d$; Λ bezeichne dabei die $d \times d$ Matrix, welche auf der Hauptdiagonalen die Eigenwerte $\lambda_1, \dots, \lambda_d$ als Einträge hat und sonst 0; V bezeichne die $d \times d$ -Matrix, deren i-te Spalte durch den i-ten Eigenvektor v_i definiert ist. Es gilt dann

$$R = V\Lambda V^t.$$

Falls die geschätzte Korrelationsmatrix R nicht positiv definit ist, sind $m \geq 1$ Eigenwerte nicht positiv. Wir bezeichnen diese Eigenwerte als $\lambda_{i_1}, \lambda_{i_2}, \dots, \lambda_{i_m}$ wobei $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ die Indexmenge mit Indizes zwischen 1 und d der negativen Eigenwerte bezeichnet.

Wir definieren nun eine neue Matrix $\widetilde{\Lambda}$, indem wir − ausgehend von Λ − deren negative Eigenwerte mit jeweils dem Minimum von 10^{-5} und dem mit (-1) multiplizierten Eigenwert ersetzen

$$\tilde{\lambda}_i = \begin{cases} \lambda_i, & i \notin I \\ \min(-\lambda_i, 10^{-5}) & i \in I \end{cases}.$$

Daraus lässt sich eine neue, positiv definite Matrix bestimmen mittels

$$\tilde{R} = V\widetilde{\Lambda}V^t.$$

Die so entstandene Matrix $\tilde{R}$ wird in der Regel nicht nur Einsen auf der Diagonalen haben. Um eine Korrelationsmatrix zu erhalten, müssen die Elemente der Matrix $\tilde{R}$ folgendermassen transformiert werden

$$r_{jk} \mapsto \frac{r_{jk}}{\sqrt{r_{jj}r_{kk}}}.$$

[12] Es handelt sich um eine Variante der von Rebonato und Jäckel vorgeschlagene Methode. Riccardo Rebonato and Peter Jäckel. The Most General Methodology to Create a Valid Correlation Matrix for Risk Management and Option Pricing Purposes. Journal of Risk, 2(2), Winter 1999/2000, 17-28.

5.6.2 Wechsel der SST-Währung

Für die im SST-Standardmodell für das Marktrisiko- berücksichtigten Währungen (EUR, USD, GBP und JPY) besteht die Möglichkeit, die SST-Berechnungen in einer dieser Währung vorzunehmen, ohne dass Anpassungen in den von der FINMA zur Verfügung gestellten Volatilitäten und Korrelationsmatrix notwendig sind. Wir beschreiben nachfolgend die Annahmen und Transformationen, welche den Berechnungen zugrunde liegen.

Allgemeines

Wir bezeichnen den Wechselkurs $RT_{t,FX_{A/B}}$ der Währung A zur Währung B zum Zeitpunkt $t \geq 0$ mit $FX_t^{A/B}$.

Für die Wechselkurse $FX_t^{A/B}$, $FX_t^{A/C}$und $FX_t^{B/C}$ gilt basierend auf einem hier unterstellten *no-Arbitrage* Argument folgende Gleichheit

$$FX_t^{A/B} = \frac{FX_t^{A/C}}{FX_t^{B/C}}.$$

D.h. die Währung $FX_t^{A/B}$ lässt sich aufgrund der Währungen $FX_t^{A/C}$ und $FX_t^{B/C}$ (Kreuzkurs) ermitteln.

Aus der Definition der einjährigen logarithmierten Rendite (d.h. die logarithmierten Inkremente)

$$\Delta RF_{1,FX_{A/B}} = \ln\left(FX_1^{A/B}\right) - \ln\left(FX_0^{A/B}\right) =: \Delta FX^{A/B}$$

ergibt sich dann durch Einsetzen von $FX_t^{A/B} = \frac{FX_t^{A/C}}{FX_t^{B/C}}$

$$\Delta FX^{A/B} = \ln\left(\frac{FX_1^{A/C}}{FX_1^{B/C}}\right) - \ln\left(\frac{FX_0^{A/C}}{FX_0^{B/C}}\right) = \left(\ln\left(FX_1^{A/C}\right) - \ln\left(FX_0^{A/C}\right)\right) - \left(\ln\left(FX_1^{B/C}\right) - \ln\left(FX_0^{B/C}\right)\right)$$

und damit

$$\Delta FX^{A/B} = \Delta FX^{A/C} - \Delta FX^{B/C}$$

Da der Wechselkurs $FX_t^{A/B}$ das Austauschverhältnis der Währung A zur Währung B darstellt, gilt ebenfalls

$$FX_t^{A/B} = \frac{1}{FX_t^{B/A}}$$

und für die einjährige logarithmierte Rendite

$$\Delta FX^{A/B} = \ln\left(1/FX_1^{B/A}\right) - \ln\left(1/FX_0^{B/A}\right) = -\Delta FX^{B/A}.$$

Bestimmung der transformierten Kovarianzmatrix

Falls als Referenzwährung beispielsweise USD gewählt wird, lassen sich die oben beschriebenen Transformationen folgendermassen in Matrixform darstellen

$$\begin{pmatrix} \Delta FX^{EUR/USD} \\ \Delta FX^{CHF/USD} \\ \Delta FX^{GBP/USD} \\ \Delta FX^{JPY/USD} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta FX^{EUR/CHF} - \Delta FX^{USD/CHF} \\ -\Delta FX^{USD/CHF} \\ \Delta FX^{GBP/CHF} - \Delta FX^{USD/CHF} \\ \Delta FX^{JPY/CHF} - \Delta FX^{USD/CHF} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}}_{:=\boldsymbol{T}} \cdot \begin{pmatrix} \Delta FX^{EUR/CHF} \\ \Delta FX^{USD/CHF} \\ \Delta FX^{GBP/CHF} \\ \Delta FX^{JPY/CHF} \end{pmatrix}$$

Wir transformieren nun alle 39 Risikofaktoren, die für die Bestimmung der Volatilitäten und der Korrelationsmatrix verwendet werden und leiten die Verteilung der transformierten Risikofaktoren ab.

Sei $R = \Delta RF_1 \in \mathbb{R}^{39}$ der Vektor der Inkremente der 39 Risikofaktoren.

Wir bezeichnen mit W eine (39 x 39) Matrix, die gleich der Identitätsmatrix I ist ausser im Bereich der Wechselkurse. Für diesen Bereich entspricht die Matrix W der Matrix T:

$$W = \begin{pmatrix} I & 0 & 0 \\ 0 & T & 0 \\ 0 & 0 & I \end{pmatrix}.$$

Den transformierten Vektor der Inkremente der Risikofaktoren $\tilde{R}$ erhalten wir durch

$$\tilde{R} := W \cdot R.$$

Im SST-Standardmodell für das Marktrisiko wird angenommen, dass $R \sim N(0, \Sigma)$, mit Kovarianzmatrix Σ.

Damit gilt $\tilde{R} \sim N(0, W \cdot \Sigma \cdot W^t)$.

Für die anderen SST-Währungen, die im SST-Standardmodell für das Marktrisiko berücksichtigt sind, d.h. EUR, GBP und JPY, kann analog vorgegangen werden.

5.7 Beschreibung der Datengrundlage

Modellierte Risikotreiber	Beschreibung	Datenquelle / Bloomberg-Code	Frequenz	Startdatum
CHF Zinsen (Zero Rates)	2J Proxy kurzfristige Zinsen 10J Proxy mittelfristige Zinsen 30J Proxy langfristige Zinsen	SNB Daten[13]	Täglich	1995
EUR Zinsen (Zero Rates)	2J Proxy kurzfristige Zinsen 10J Proxy mittelfristige Zinsen 30J Proxy langfristige Zinsen	G0013Z 2Y BLC2 Curncy G0013Z 10Y BLC2 Curncy G0013Z 30Y BLC2 Curncy	Täglich	1995
USD Zinsen (Zero Rates)	2J Proxy kurzfristige Zinsen 10J Proxy mittelfristige Zinsen 30J Proxy langfristige Zinsen	G0025Z 2Y BLC2 Curncy G0025Z 10Y BLC2 Curncy G0025Z 30Y BLC2 Curncy	Täglich	1995
GBP Zinsen (Zero Rates)	2J Proxy kurzfristige Zinsen 10J Proxy mittelfristige Zinsen 30J Proxy langfristige Zinsen	G0022Z 2Y BLC2 Curncy G0022Z 10Y BLC2 Curncy G0022Z 30Y BLC2 Curncy	Täglich	1995
Implizite Zinsvolatilität	10-10 implied Volas USD "normal"	USSN1010 Curncy	Täglich	Ab Mai 2005
Credit Spread USA AAA, AA, A, BBB	Moody's-Index minus dreissigjährige US-Staatsanleihe (Treasury)	MOODCAAA Index - GT30 GOVT, MOODCAA Index - GT30 GOVT, MOODCA Index - GT30 GOVT, MOODCBAA Index - GT30 GOVT	Täglich	AAA und BBB ab 1983, Rest ab 24.12.1992
Credit Spread USA BB:	Differenz der zehnjährigen Laufzeit Bloomberg Fair Market Curve BB zum zehnjährigen FINMA Proxy für den USD risikolosen Zins.	C88410Y Index - G0025Z 10Y BLC2 Curncy	Täglich	Ab November 2002
Credit Spread	Differenz der zehnjährigen	AA:C66710Y Index -	Täglich	Ab März 2002

[13] Die Datenhistorie ist auf der FINMA-Webseite publiziert (Excel-Datei *SST Inputdaten.xlsx*)

Modellierte Risikotreiber	Beschreibung	Datenquelle / Bloomberg-Code	Frequenz	Startdatum
Europa: AA, A, BBB	Laufzeiten der dem Rating entsprechenden Bloomberg Fair Market Curve zum zehnjährigen FINMA-Proxy für den zehnjährigen EUR risikolosen Zins.	G0013Z 10Y BLC2 Curncy A: C67010Y Index - G0013Z 10Y BLC2 Curncy BBB: C67310Y Index - G0013Z 10Y BLC2 Curncy		(BBB ab Mai 2000)
Credit Spread EUGO_Spread	Differenz der zehnjährigen Zinsen von EUR-Ländern aller Ratings zu denen von EUR-Ländern mit AAA-Rating.	EZB Statistical Data Warehouse: sdw.ecb.europa.eu > Full Content > YC Financial Market – yield curves	Täglich	Ab September 2004
CH_CANT_*Spread*	Differenz achtjähriger Zinsen von Kantonen über denen der Eidgenossenschaft.	SNB-Datenportal: data.snb.ch > Tabellenangebot > Zinssätze, Renditen und Devisenmarkt > Renditen von Obligationen	Täglich	2001 (täglich seit Juni)
CH_CORP_Spread	Differenz achtjähriger Zinsen Schweizer Industrieunternehmen incl. Kraftwerke und Handel über denen der Eidgenossenschaft.	SNB-Datenportal: data.snb.ch > Tabellenangebot > Zinssätze, Renditen und Devisenmarkt > Renditen von Obligationen	Täglich	2001 (täglich seit Juni)
Swap Government Spread	Differenz der zehnjährigen Laufzeit von USD-Swap zu USD-Govt	USOSFR10 Curncy – G0025Z 10Y BLC2 Curncy nach 1.1.2007. davor: I05210Y Index mit 0.947563 skaliert – G0025Z 10Y BLC2 Curncy	Täglich	USOSFR 10 ab Anfang 2007, sonst ab Anfang 1995
Wechselkurse	EUR/CHF USD/CHF GPB/CHF JPY/CHF	SFEC Curncy SFUS Curncy SFBP Curncy SFJY Curncy	Täglich	1980
Implizite FX-Volatilität	USD/CHF 3 Monate ATM Optionen	USDCHFV3M Curncy	Täglich	April 1995
Aktien:	MSCI Total Return Indizes:		Monatlich	1970

Modellierte Risikotreiber	Beschreibung	Datenquelle / Bloomberg-Code	Frequenz	Startdatum
Schweiz EMU USA Grossbritannien Japan	Switzerland EMU USA United Kingdom Japan	GDDLSZ Index GDDLEMU Index GDDLUS Index GDDLUK Index GDDLJN Index		
Implizite Aktienvolatilität	VIX	VIX Index	Täglich	1994
Hedgefonds	HFRI Fund of Funds Composite Index	HFRIFOF Index	Monatlich	Ab Anfang 1990
Private Equity	LPX Direct Index	LPXIDITR Index	Täglich	Ab Anfang 1999
Immobilien Schweiz	Rüd Blass Immobilienindex	DBCHREE Index	Monatlich	1990, ab 31.07.2002 täglich

Tabelle 6 Beschreibung der Datengrundlage

Zur Skalierung verwendete Zeitreihen		Datenquelle / Bloomberg Code	Frequenz	Startdatum
Für Wohnimmobilien wird die Volatilität des Rüd Blass Immobilienindex auf diejenige des IAZI-Index runterskaliert.	SWX IAZI Investment Real Estate Performance Index	IREALC Index	Quartalsweise (es werden Daten ab dem 2. Quartal 2005 verwendet)	1986

Tabelle 7 Zur Skalierung verwendete Zeitreihen

Hinweise:

- Die hier angegebenen Frequenzen und Startdaten beziehen sich auf die Verfügbarkeit und nicht auf deren Verwendung. Für die Schätzung der Korrelationsmatrix und der Volatilitäten der modellierten Risikotreiber werden im SST-Standardmodell für das Marktrisiko Daten mit monatlicher Frequenz verwendet. Die verwendete Historie geht bis zum 31. Mai 2005 zurück. Bei monatlicher Frequenz sind in Bloomberg teilweise Monatsmittelwerte publiziert. Es ist sicherzustellen, dass die Monatsendwerte verwendet werden. Bei Quartalsdaten sind die Daten ab dem 2. Quartal 2005 zu verwenden.
- Moody's stellt tägliche und monatliche Zeitreihen für Renditen auf Unternehmensanleihen in den USA für verschiedene Ratingklassen zur Verfügung. Moody's berechnet die Renditen der Unternehmensanleihen auf Portfolios mit einer Restlaufzeit von 30 Jahren. Somit werden die Renditen von Staatsanleihen mit 30 Jahren Restlaufzeit verwendet. Bei monatlicher Frequenz entsprechen die Bloomberg-Daten für die Moody's-Indizes nicht den Monatsendwerten, sondern den Monatsdurchschnittswerten. Deshalb erfolgt die Berechnung der Monatsendwerte der auf Moody's basierten Spreads, indem der letzte Wert jedes Monats aus den täglichen Werten, gemindert um den entsprechenden Government Yield, ermittelt wird.

- Hedgefonds: Die Schätzung der Volatilität aufgrund von historischen Zeitreihen für Hedgefonds-Indizes führt zu einer Unterschätzung der Volatilität, da Survivorship-Bias oder implizit in der Bewertung reflektierter Glättungseffekte nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wird im SST-Standardmodell für das Marktrisiko die geschätzte Volatilität der Proxy HFRIFOF verdoppelt.
- Bei den folgenden Risikotreibern können die von der FINMA vorgegebenen Proxies im Sinne einer Anpassungsmöglichkeit gemäss Rz 106 des FINMA-Rundschreibens 17/3 "SST" durch eigene ersetzt werden:
  - implizite Zinsvolatilität,
  - Hedgefonds,
  - Private Equity

  Es gelten folgende Anforderungen:
  - Die gewählte Zeitreihe ist als Proxy für den Risikotreiber geeignet.
  - Für die Schätzung der Volatilitäten und der Korrelationsmatrix sind die in diesem Dokument, Kapitel 5.6 beschriebenen Verfahren zu verwenden.
  - Bei Hedgefonds und Private Equity ist die selbstgeschätzte Volatilität zu verdoppeln. Ausgenommen hiervon sind Proxies für Private Equity, die auf liquiden Transaktionen beruhen. Die FINMA geht davon aus, dass eine auf der beobachtbaren Historie des Hedgefonds- beziehungsweise Private-Equity-Portfolios eines Versicherungsunternehmens (beziehungsweise Indizes als Proxy) beruhende Modellierung der Volatilität zu einer Unterschätzung des Risikos dieser Investments führt, etwa aufgrund von Survivorship-Bias oder aufgrund von implizit in der Bewertung reflektierten Glättungseffekten. Dies gilt es, in der Parametrisierung zu berücksichtigen.

  Das Versicherungsunternehmen hat die Angemessenheit der verwendeten Proxies und deren Verwendung im SST-Bericht zu erläutern.

- Der Proxy für den Risikotreiber Swap Government Spread wird aufgrund der Libor Ablösung ersetzt. Wegen der länger verfügbaren Zeitreihe dienen USD SOFR-Swaps als Datengrundlage. Diese liegen jedoch erst ab Anfang 2007 vor. Fehlende Daten werden aus USD LIBOR-Swapzinsen wie folgt erstellt: Um artifizielle Volatilität am Übergangszeitpunkt zu vermeiden, werden die LIBOR Zinsen so skaliert, dass sie am 1.1.2007 mit den SOFR-Swaps übereinstimmen. Die verwendeten Zeitreihen sind folgende: SOFR Swaps: USOSFR10 Curncy, LIBOR Swaps: I05210Y Index, Govie Zinsen wie 10Y USD Zinsen im SM: G0025Z 10Y BLC2 Curncy. Der Skalierungsfaktor für die LIBOR-Zinsen beträgt 0.947563.

6 Hinweise zum *SST-Template.xlsx*

Die im Rahmen des Feldtestes Kreditrisiko und SST-Tool getestete Anwendung ***SST-Dashboard*** und das R-Paket ***sstCalculation*** ersetzen die bisherige Anwendung **SST-Tool** und das R-Paket ***sstModel***. Daraus folgen auch Änderungen im SST-Template und in der Steuerung des Tools, die in den folgenden Abschnitten nachgeführt werden.

Gesellschaften mit einer anderen als im Abschnitt 6.2 erläuterten und bereits implementierten unternehmensindividuellen Anpassung können das alte R-Tool mit dem alten SST-Template noch ein Jahr lang verwenden. In dem Fall muss das SST-Template 2020 mit den Parametern aus dem SST-Template 2021 verwendet werden (neue Zinskurve, neue Marktrisikokorrelationsmatrix,…). Die Dateien befinden sich unter Tools zur Berichterstattung > altes Tool (letztmalig anwendbar) auf der SST-Webseite[14].

6.1 Angaben im *SST-Template.xlsx*

Der Aufbau des SST-Template.xlsx widerspiegelt die Grundidee des SST-Standardmodells für das Marktrisiko: Die Blätter *Fixed Income, Asset Prices, Forwards und Insurance Cashflows* sind für Bilanzpositionen vorgesehen, für welche exakte Bewertungsfunktionen angegeben wurden. Das Blatt *Delta Terms* ist hingegen bestimmt für Bilanzpositionen, welche über dem Delta-Ansatz modelliert werden.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die in den einzelnen Tabellenblättern einzutragenden Informationen.

Blatt	Einzutragende Angaben
Fixed Income	Undiskontierte Cashflows aus Obligationen, Fest-Hypotheken, Festverzinsliche Kredite und Darlehen mit fester Laufzeit in Mio. Originalwährung. In der Spalte Gesamtmarktwert ist der marktnahe Wert (beobachtet oder als market-to-model-Wert) des Gesamtexposures pro Währung und Rating anzugeben.
Asset Prices	Marktnah bewertete Exposures für Aktien, Immobilien, Immobilienfonds, Hedgefonds, Private Equity in Mio. Originalwährung, sowie Marktnah bewertete Exposure für (immaterielle) Beteiligungen in Mio. SST-Währung
Forwards	Daten für Preisforwards (Termingeschäfte für Preisabhängige Assets) und für Währungsforwards (Devisentermingeschäfte)
Insurance Cashflows	Cashflows aus Versicherungsverpflichtungen exkl. TVOG bzw. UVG Renten und Langfristleistungen in Mio. Originalwährung
Delta Terms	Für alle Instrumente, welche nicht mittels exakte Bewertungsfunktionen ausgewertet werden, sind die Delta Sensitivitäten gemäss Kapitel 5.5 auszuwerten und in Mio. SST-Währung einzutragen

Tabelle 8 Informationen für die Marktrisiko-Blätter im *SST-Template.xlsx*

[14] www.finma.ch > Überwachung > Versicherungen > Spartenübergreifende Instrumente > Schweizer Solvenztest

6.2 Anpassungen des *SST-Template.xlsx* bei zusätzlich zu berücksichtigenden Risikofaktoren

Die FINMA kann bei Bedarf zusätzliche Risikofaktoren als unternehmensindividuelle Anpassung genehmigen. Auch in diesen Fällen lassen sich *SST-Dashboard* bzw. *sstCalculation* verwenden, das *SST-Template.xlsx* ist jedoch wie folgt anzupassen:

1) Berücksichtigung der zusätzlichen Risikofaktoren in den Blättern *Fixed Income, Asset Prices, Forwards, Insurance Cashflows* und *Delta Terms sowie Expected Financial Result* und zwar in Abhängigkeit der zusätzlich berücksichtigten Risikofaktoren.

2) Im Blatt *Market (Dynamic):* In der Tabelle *Volatilities* sind die Volatilitäten der zusätzlichen Risikofaktoren anzugeben. In der Tabelle *Correlation matrix* ist die neue Korrelationsmatrix mit den zusätzlichen Risikofaktoren zu ergänzen. Die Reihenfolge der Risikofaktoren in den beiden Tabellen muss die gleiche sein.

3) Im Blatt *Market (Static)* ist die Tabelle mit den Informationen zu den zusätzlichen Risikofaktoren zu ergänzen. Für die im Blatt *Asset Prices* neu berücksichtigten Risikofaktoren sind in der Spalte *Label* die gleichen Short Cuts zu verwenden. In der Spalte *Original RF* ist jeweils der Short Cut des Risikofaktors anzugeben. Die für die FINMA-Risikofaktoren verwendeten Short Cuts sind z.B. im *Blatt Market (Dynamic)*, Tabelle *Volatilities* zu entnehmen. In der Spalte *Original RF Indicator* ist anzugeben, ob für den jeweiligen zusätzlichen Risikofaktor eigene Proxy berücksichtigt werden. Dies ist der Fall, wenn die Korrelationsmatrix um den jeweiligen Risikofaktor ergänzt wird. In der Spalte *Groupes (standalones)* ist die Kategorie gemäss Dropdown-Liste anzugeben. Diese Angaben werden verwendet, um die Ergebnisse für das Marktrisiko in den verschiedenen Einzelkategorien zu gruppieren (vgl. dazu z.B. das FDS, Teil Marktrisiko).

4) Im Blatt *Macroeconomic Scenarios* ist die Auslenkung der zusätzlichen berücksichtigten Risikofaktoren für alle Szenarien anzugeben.

Beispiel: Die FINMA hat dem Versicherungsunternehmen als unternehmensindividuelle Anpassung die Verwendung des Risikofaktors Gold genehmigt. Folgende Anpassungen sind im *SST-Template.xlsx* vorzunehmen.

1) Blatt *Asset Prices:* Zusätzliche Zeile mit 1) Short cut: gold; 2) Art: Gold (optional); 3) Währung: USD; 4) Exposure in Mio: Wert des Exposures

2) Blatt *Delta Terms:* Zusätzliche Zeile mit 1) Short cut: gold; 2) Risk factor: Gold (optional); 3) Unit: %, 4) Auslenkung nach oben: bspw. 10%, 5) Auslenkung nach unten: bspw. -10%, 6) Befüllung der lachsfarbigen Zellen zum Exposure, 7) Impact: Übernahme der bestehenden Formel

3) Blatt *Expected Financial Result*: Zusätzliche Zeile mit 1) Assetklasse: Goldinvestment (optional); 2) Erwartete Rendite: die erwartete Rendite über risikofrei in %.

4) Blatt *Market (Dynamic):*

- *Table Volatilities:* Zusätzliche Zeile mit 1) Short cut: gold; 2) Risk factor: Gold (optional); 3) Volatility: Volatilität in %

- *Table Correlation matrix:* Neue Korrelationsmatrix inkl. der Risikofaktor Gold mit Angabe der Short cut: gold

5) Blatt *Market (Static):* Zusätzliche Zeile mit 1) Risk factor Id: RF 73; 2) Type: asset price; 3) Currency: USD; 4) Label: gold (Begründung: Übernahme des Short cuts, da im Blatt *Asset Prices* definiert und damit vom Type asset price); 5) Target currency: nicht relevant; 6) Time to maturity: nicht relevant; 7) Rating: nicht relevant; 8) Description: nicht relevant; 9) Original RF: gold (entsprechend dem Short cut), 10) Scale factor: 1 (Begründung: der Risikofaktor wird nicht skaliert); 11) Original RF indicator: Yes (Begründung: der Risikofaktor ist in der Korrelationsmatrix enthalten); 12) Groupes (standalones): other (Begründung: Das Marktrisiko des Risikofaktors Gold ist in der Kategorie Marktrisiko (andere) des FDS auszuweisen).

6) Blatt *Macroeconomic Scenarios:* Zusätzliche Zeile mit Short cut und Auslenkung für die jeweiligen Szenarien in %.

Optionale Angaben sind Angaben, welche nicht vom *SST-Dashboard* bzw. *sstCalculation* gelesen werden.

6.3 Makroökonomische Szenarien und gemischte Szenarien

In der Technischen Beschreibung für Szenarien werden im Rahmen des SST makroökonomische Szenarien und gemischte Szenarien spezifiziert. Das *SST-Dashboard* bzw. *sstCalculation* berechnet automatisch den Impact der makroökonomischen Szenarien und des Marktrisiko-Teiles der gemischten Szenarien.

Im Blatt *Macroeconomic Scenarios* sind die fest vorgegebenen Schocks der makroökonomischen und gemischten Szenarien pro Risikotreiber gemäss Abschnitt 5.1 aufgeführt. Diese Schocks werden für $i = n_1 + 1, \ldots, n_2$ mittels einer logarithmischen Transformation $x \mapsto \log(1 + x)$ in die "richtige Dimension" transformiert, so dass die Bewertungsfunktionen verwendet werden können. Anschliessend werden sämtliche im Kapitel 3 beschriebenen Bewertungsfunktionen auf diese Schocks (nach Anwendung der Transformation) angewandt, wobei die Normierungstherme der Bewertungsfunktionen auf Null gesetzt werden. Damit resultieren gestresste Bilanzpositionen entsprechend den makroökonomischen Szenarien, wenn man weiss, dass das jeweilige Szenario eintritt. Die Summe über die Differenzen zu den Bilanzausgangswerten bildet den Szenario Impact.

Die Auswirkung des Versicherungsrisiko-Teiles der gemischten Szenarien ist separat auszuwerten und im Blatt *Scenarios* einzutragen. Die gesamte Auswirkung der gemischten Szenarien wird dann als Summe des Versicherungsrisiko-Teiles und des Marktrisiko-Teiles berechnet.

Bemerkung: Entsprechend der Modellogik wird der Schock für Wohnimmobilien nicht separat spezifiziert, sondern ergibt sich aus der Skalierung des Schocks für Immobilienfonds.